



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS**

**ESCUELA DE INGENIERÍA EN GESTIÓN DE TRANSPORTE**

**CARRERA: INGENIERÍA EN GESTIÓN DE TRANSPORTE**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

**TIPO:** Proyecto de Investigación

Previo a la obtención del título de:

**INGENIERA EN GESTIÓN DE TRANSPORTE**

**TEMA:**

PROPUESTA INTEGRAL PARA MEJORAR LA CIRCULACIÓN  
VEHICULAR EN EL CENTRO URBANO DEL CANTÓN “LA  
LIBERTAD”, PROVINCIA DE SANTA ELENA.

**AUTORA:**

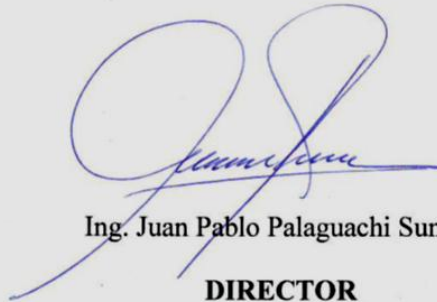
ERIKA ALEXANDRA AJILA LEÓN

**RIOBAMBA - ECUADOR**


2019

## **CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL**

Certificamos que el presente trabajo de titulación ha sido desarrollado por la Srta. Erika Alexandra Ajila León, quien ha cumplido con las normas de investigación científica y una vez analizado su contenido, se autoriza su presentación.



Ing. Juan Pablo Palaguachi Sumba  
**DIRECTOR**




Dra. Jenny Margoth Villamarín Padilla  
**MIEMBRO**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Erika Alexandra Ajila León, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autora, asumo las responsabilidades legales y académicas de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, 24 de junio del 2019.



Sra. Erika Alexandra Ajila León

**CC. 210116278-8**

## DEDICATORIA

*Dedico este trabajo primero a Dios por bendecirme con una gran familia y amigos, personas que han sido parte fundamental en mi vida; se lo dedico a mis padres, por su apoyo incondicional, quienes han hecho su mayor esfuerzo para que alcance mi meta y han estado junto a mí durante el proceso para lograrlo. A mi Mamitalola que con su amor maternal e infinitas oraciones me ha impulsado en toda la carrera; a mis hermanos, quienes son parte primordial en mi vida, con quienes he compartido hermosos momentos y experiencias de vida; a una persona muy especial en mi vida Xavier quien con su amor y apoyo incondicional ha sido pilar fundamental para cumplir esta meta. Se lo dedico a mis bellas amigas por aplaudir mis logros y estar presentes en cada momento.*

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco infinitamente a Dios por guiarme con firmeza y dedicación para cumplir mi objetivo; le doy gracias a mis padres por apoyarme en cada momento, por su motivación para alcanzar la meta, a Xavier por su apoyo incondicional, por siempre tener las palabras correctas que me ayudan a vencer obstáculos y ser mejor. A mis tutores de tesis, quienes con su conocimiento y experiencia han sabido direccionarme para cumplir y culminar el trabajo de titulación con éxitos.*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	xviii
ABSTRACT .....	xix
INTRODUCCIÓN .....	1

### CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1	Planteamiento del problema .....	2
1.2	Formulación del problema .....	3
1.3	Sistematización del problema .....	3
1.4	Objetivos.....	4
1.4.1.	<i>General</i> .....	4
1.4.2.	<i>Específicos</i> .....	4
1.5	Justificación.....	4
1.5.1	<i>Justificación teórica</i> .....	4
1.5.2	<i>Justificación Metodológica</i> .....	5
1.5.3	<i>Justificación Práctica</i> .....	5

### CAPÍTULO II: MARCO DE REFERENCIA

2.1	Antecedentes de investigación .....	6
2.2	Marco teórico .....	8
2.2.1	<i>Movilidad</i> .....	8
2.2.1.1	<i>Movilidad urbana</i> .....	9
2.2.2	<i>Congestión Vehicular</i> .....	11
2.2.2.1	<i>Tipos de Congestión vehicular</i> .....	12
2.2.2.2	<i>Análisis determinístico del congestionamiento</i> .....	12
2.2.3	<i>Ingeniería en Transporte y tránsito</i> .....	13
2.2.4	<i>Tránsito vehicular</i> .....	13
2.2.4.1	<i>Composición del tránsito</i> .....	13
2.2.5	<i>Volúmenes Vehiculares</i> .....	14
2.2.5.1	<i>Uso de los volúmenes de tránsito.</i> .....	15
2.2.6	<i>Flujo Vehicular</i> .....	16
2.2.6.1	<i>Tipos de flujo de Tránsito</i> .....	16
2.2.7	<i>Aforos Vehiculares</i> .....	17
2.2.7.1	<i>Aforo Manual</i> .....	17
2.2.7.2	<i>Aforo Automático</i> .....	17
2.2.8	<i>Inventario vial</i> .....	18

2.2.8.1	<i>Tipo de vía</i> .....	18
2.2.8.2	<i>Tipo de calzada</i> .....	19
<b>2.2.9</b>	<b><i>Señalización</i></b> .....	20
2.2.9.1	<i>Inventario de señalización y dispositivos de control</i> .....	20
<b>2.2.10</b>	<b><i>Señales de Tránsito</i></b> .....	21
2.2.10.1	<i>Señalización Horizontal</i> .....	22
2.2.10.2	<i>Señalización vertical</i> .....	23
<b>2.2.11</b>	<b><i>Semaforización</i></b> .....	23
2.2.11.1	<i>Tipos de semáforos</i> .....	24
2.2.11.2	<i>Descripción de colores del ciclo semafórico</i> .....	24
2.2.11.3	<i>Tipos de movimientos en una intersección semaforizada</i> .....	25
2.2.11.4	<i>Requisitos para la instalación de semáforos</i> .....	25
<b>2.2.12</b>	<b><i>Estacionamientos</i></b> .....	27
2.2.12.1	<i>Inventarios de estacionamientos</i> .....	27
2.2.12.2	<i>Creación de plazas de estacionamiento</i> .....	27
<b>2.2.13</b>	<b><i>Capacidad</i></b> .....	28
2.2.13.1	<i>Circulación continua</i> .....	28
2.2.13.2	<i>Circulación discontinua</i> .....	28
<b>2.2.14</b>	<b><i>Nivel de Servicio</i></b> .....	29
2.2.14.1	<i>Intersección semaforizada</i> .....	29
2.2.14.2	<i>Intersección sin semáforo</i> .....	31
<b>2.2.15</b>	<b><i>Programa de Simulación de Tránsito Synchro</i></b> .....	32
2.2.15.1	<i>Ventajas del Programa Synchro</i> .....	32
<b>2.3</b>	<b><i>Marco conceptual</i></b> .....	33
<b>2.3.1</b>	<b><i>Aforos</i></b> .....	33
<b>2.3.2</b>	<b><i>Avenida</i></b> .....	33
<b>2.3.3</b>	<b><i>Calle</i></b> .....	33
<b>2.3.4</b>	<b><i>Calzada</i></b> .....	33
<b>2.3.5</b>	<b><i>Capacidad vial</i></b> .....	34
<b>2.3.6</b>	<b><i>Ciclo semafórico</i></b> .....	34
<b>2.3.7</b>	<b><i>Carril</i></b> .....	34
<b>2.3.8</b>	<b><i>Congestión vial</i></b> .....	34
<b>2.3.9</b>	<b><i>Factor de hora de máxima demanda</i></b> .....	34
<b>2.3.10</b>	<b><i>Fase semafórica</i></b> .....	34
<b>2.3.11</b>	<b><i>Grado de saturación</i></b> .....	35
<b>2.3.12</b>	<b><i>Infraestructura vial</i></b> .....	35
<b>2.3.13</b>	<b><i>Intersección</i></b> .....	35

2.3.14	<i>Planificación del transporte</i> .....	35
2.3.15	<i>Movilidad</i> .....	35
2.3.16	<i>Semáforo</i> .....	36
2.3.17	<i>Tasa de Flujo</i> .....	36
2.3.18	<i>Tasa de Flujo de Saturación</i> .....	36
2.3.19	<i>Tránsito</i> .....	36
2.3.20	<i>Verde efectivo</i> .....	36
2.3.21	<i>Vía Mayor</i> .....	36
2.3.22	<i>Vía Menor</i> .....	36
2.3.23	<i>Volumen de Tránsito</i> .....	37
2.4	<b>Interrogantes de estudio</b> .....	37

### **CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO**

3.1	<b>Enfoque de investigación</b> .....	40
3.2	<b>Nivel de investigación</b> .....	40
3.2.1	<i>Descriptiva</i> .....	40
3.2.2	<i>Explicativa</i> .....	40
3.3	<b>Diseño de investigación</b> .....	41
3.4	<b>Tipo de estudio</b> .....	41
3.4.1	<i>Investigación Bibliográfica</i> .....	41
3.4.2	<i>Investigación de campo</i> .....	41
3.5	<b>Población y muestra</b> .....	41
3.6	<b>Métodos, técnicas e instrumentos de investigación</b> .....	42
3.6.1	<b>Métodos</b> .....	42
3.6.1.1	<i>Método analítico</i> .....	42
3.6.1.2	<i>Método Deductivo</i> .....	42
3.6.1.3	<i>Método científico</i> .....	42
3.6.1.4	<i>Técnicas</i> .....	42
3.6.1.5	<i>Conteo volumétrico vehicular</i> .....	43
3.6.1.6	<i>Fichas de Observación</i> .....	43
3.6.2	<b>Instrumentos</b> .....	43
3.6.2.1	<i>Aplicación Excel</i> .....	43
3.6.2.2	<i>Programa de Simulación de Tránsito Synchro</i> .....	43
3.7	<b>Análisis e interpretación de resultados</b> .....	43
3.7.1	<b>Intersección N°1: Avenida 9 de Octubre y Calle Guayaquil</b> .....	46
3.7.1.1	<i>Descripción de Intersección</i> .....	46
3.7.1.2	<i>Conteo Vehicular</i> .....	46



3.7.1.3	<i>Variación del volumen vehicular en la Hora de Máxima Demanda</i> .....	47
3.7.1.4	<i>Diagrama de fases</i> .....	48
3.7.1.5	<i>Diagrama de semaforización</i> .....	48
3.7.1.6	<i>Nivel de Servicio y Capacidad</i> .....	49
<b>3.7.2</b>	<b><i>Intersección N°2: Avenida 9 de Octubre y Calle Robles Bodero</i></b> .....	<b>50</b>
3.7.2.1	<i>Descripción de Intersección</i> .....	50
3.7.2.2	<i>Conteo Vehicular</i> .....	50
3.7.2.3	<i>Variación del volumen vehicular en la Hora de Máxima Demanda</i> .....	51
3.7.2.4	<i>Diagrama de fases</i> .....	51
3.7.2.5	<i>Diagrama de semaforización</i> .....	52
3.7.2.6	<i>Nivel de Servicio y Capacidad</i> .....	52
<b>3.7.3</b>	<b><i>Intersección N°3: Avenida Segunda y Calle Guayaquil</i></b> .....	<b>53</b>
3.7.3.1	<i>Descripción de Intersección</i> .....	53
3.7.3.2	<i>Conteo Vehicular</i> .....	54
3.7.3.3	<i>Variación del volumen vehicular en la hora de máxima demanda</i> .....	54
3.7.3.4	<i>Nivel de servicio y capacidad</i> .....	55
<b>3.7.4</b>	<b><i>Intersección N°4: Avenida Segunda y Calle Robles Bodero</i></b> .....	<b>56</b>
3.7.4.1	<i>Descripción de intersección</i> .....	56
3.7.4.2	<i>Conteo Vehicular</i> .....	56
3.7.4.3	<i>Variación del volumen vehicular en la hora de máxima demanda</i> .....	57
3.7.4.4	<i>Nivel de Servicio y Capacidad</i> .....	58
<b>3.7.5</b>	<b><i>Intersección N°5: Avenida Tercera y Calle Guayaquil</i></b> .....	<b>59</b>
3.7.5.1	<i>Descripción de Intersección</i> .....	59
3.7.5.2	<i>Conteo Vehicular</i> .....	59
3.7.5.3	<i>Variación del volumen vehicular en la Hora de Máxima Demanda</i> .....	60
3.7.5.4	<i>Nivel de Servicio y Capacidad</i> .....	60
<b>3.7.6</b>	<b><i>Intersección N°6: Avenida Tercera y Calle Robles Bodero</i></b> .....	<b>61</b>
3.7.6.1	<i>Descripción de intersección</i> .....	61
3.7.6.2	<i>Conteo Vehicular</i> .....	61
3.7.6.3	<i>Variación del volumen vehicular en la Hora de Máxima Demanda</i> .....	62
3.7.6.4	<i>Nivel de Servicio y Capacidad</i> .....	63
<b>3.7.7</b>	<b><i>Intersección N°7: Avenida Cuarta y Calle Guayaquil</i></b> .....	<b>63</b>
3.7.7.1	<i>Descripción de la Intersección</i> .....	63
3.7.7.2	<i>Conteo Vehicular</i> .....	64
3.7.7.3	<i>Variación del volumen vehicular en la Hora de Máxima Demanda</i> .....	64
3.7.7.4	<i>Diagrama de fases</i> .....	65
3.7.7.5	<i>Diagrama de semaforización</i> .....	65

3.7.7.6	<i>Nivel de Servicio y Capacidad</i> .....	66
<b>3.7.8</b>	<b><i>Intersección N°8: Avenida Cuarta y Calle Robles Bodero</i></b> .....	67
3.7.8.1	<i>Descripción de Intersección</i> .....	67
3.7.8.2	<i>Conteo Vehicular</i> .....	68
3.7.8.3	<i>Variación del volumen vehicular en la hora de máxima demanda</i> .....	68
3.7.8.4	<i>Diagrama de fases</i> .....	69
3.7.8.5	<i>Diagrama de semaforización</i> .....	69
3.7.8.6	<i>Nivel de Servicio y Capacidad</i> .....	70
<b>3.7.9</b>	<b><i>Análisis del tipo de control de tránsito por volumen vehicular</i></b> .....	71
<b>3.7.10</b>	<b><i>Infraestructura Vial</i></b> .....	73
3.7.10.1	<i>Estado de Calzada</i> .....	74
3.7.10.2	<i>Señalización Vertical</i> .....	79
3.7.10.3	<i>Señalización Horizontal</i> .....	82
3.7.10.4	<i>Análisis de estacionamientos</i> .....	85
<b>3.8</b>	<b><i>Comprobación de las interrogantes de estudio</i></b> .....	86

#### **CAPÍTULO IV: MARCO PROPOSITIVO**

<b>4.1</b>	<b><i>Título</i></b> .....	87
<b>4.2</b>	<b><i>Contenido de la propuesta</i></b> .....	87
<b>4.2.1</b>	<b><i>Preámbulo</i></b> .....	87
<b>4.2.2</b>	<b><i>Situación actual</i></b> .....	87
4.2.2.1	<i>Infraestructura Vial</i> .....	87
4.2.2.2	<i>Flujo vehicular</i> .....	92
4.2.2.3	<i>Nivel de Servicio</i> .....	93
4.2.2.4	<i>Resumen general de la situación actual</i> .....	95
<b>4.2.3</b>	<b><i>Elaboración de la propuesta integral</i></b> .....	96
4.2.3.1	<i>Infraestructura Vial</i> .....	96
4.2.3.2	<i>Flujo vehicular y Nivel de Servicio</i> .....	98
4.2.3.3	<i>Costos referenciales para la propuesta</i> .....	103
4.2.3.4	<i>Resumen general de la propuesta integral en el área de estudio</i> .....	105

**CONCLUSIONES**..... 107

**RECOMENDACIONES**..... 108

**BIBLIOGRAFÍA**

**ANEXOS**

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-2:</b> Daños de la calzada considerados en el inventario vial.....	18
<b>Tabla 2-2:</b> Descripción de la evaluación del estado de señalética vertical .....	21
<b>Tabla 3-2:</b> Descripción de la evaluación del estado de señalética horizontal .....	21
<b>Tabla 4-2:</b> Volúmenes vehiculares para instalación de semáforos .....	26
<b>Tabla 5-2:</b> Acceso a vías principales para instalación de semáforos .....	26
<b>Tabla 6-2:</b> Niveles de Servicio de una Intersección Semaforizada.....	29
<b>Tabla 7-2:</b> Nivel de servicio deficiente de una intersección no semaforizada .....	32
<b>Tabla 1-3:</b> Calles de estudio.....	45
<b>Tabla 2-3:</b> Intersecciones de conteos vehiculares centro urbano “La Libertad” .....	45
<b>Tabla 3-3:</b> Volumen vehículos por brazo y giro Intersección N°1 .....	47
<b>Tabla 4-3:</b> Factor de Hora de Máxima demanda Intersección N°1.....	48
<b>Tabla 5-3:</b> Diagrama de fases de la Intersección N°1 .....	48
<b>Tabla 6-3:</b> Nivel de servicio y capacidad de la Intersección N°1 .....	49
<b>Tabla 7-3:</b> Comportamiento vehicular de la intersección N°2.....	50
<b>Tabla 8-3:</b> Factor de Hora de Máxima demanda Intersección N°2.....	51
<b>Tabla 9-3:</b> Diagrama de fases de la Intersección N°2 .....	52
<b>Tabla 10-3:</b> Nivel de servicio y capacidad de la Intersección N°2 .....	53
<b>Tabla 11-3:</b> Volumen vehículos por brazo y giro Intersección N°3 .....	54
<b>Tabla 12-3:</b> Factor de Hora de Máxima demanda Intersección N°3.....	55
<b>Tabla 13-3:</b> Nivel de servicio y capacidad de la Intersección N°3 .....	56
<b>Tabla 14-3:</b> Volumen vehículos por brazo y giro Intersección N°4 .....	57
<b>Tabla 15-3:</b> Factor de Hora de Máxima demanda Intersección N°4.....	58
<b>Tabla 16-3:</b> Nivel de servicio y capacidad de la Intersección N°4 .....	58
<b>Tabla 17-3:</b> Volumen vehículos por brazo y giro Intersección N°5 .....	59
<b>Tabla 18-3:</b> Factor de Hora de Máxima demanda Intersección N°5.....	60
<b>Tabla 19-3:</b> Nivel de servicio y capacidad de la Intersección N°5 .....	61
<b>Tabla 20-3:</b> Volumen vehículos por brazo y giro Intersección N°6 .....	62
<b>Tabla 21-3:</b> Factor de Hora de Máxima demanda Intersección N°6.....	63
<b>Tabla 22-3:</b> Nivel de servicio y capacidad de la Intersección N°6 .....	63
<b>Tabla 23-3:</b> Volumen vehículos por brazo y giro Intersección N°7 .....	64
<b>Tabla 24-3:</b> Factor de Hora de Máxima demanda Intersección N°7.....	65
<b>Tabla 25-3:</b> Diagrama de fases de la Intersección N°7 .....	65
<b>Tabla 26-3:</b> Nivel de servicio y capacidad de la Intersección N°7 .....	67
<b>Tabla 27-3:</b> Volumen vehículos por brazo y giro Intersección N°8 .....	68
<b>Tabla 28-3:</b> Factor de Hora de Máxima demanda Intersección N°8.....	69

<b>Tabla 29-3:</b> Diagrama de fases de la Intersección N°8 .....	69
<b>Tabla 30-3:</b> Nivel de servicio y capacidad de la Intersección N°8 .....	70
<b>Tabla 31-3:</b> Control de tránsito por volumen vehicular de la Intersección N°1 .....	71
<b>Tabla 32-3:</b> Control de tránsito por volumen vehicular de la Intersección N°2 .....	71
<b>Tabla 33-3:</b> Control de tránsito por volumen vehicular de la Intersección N°3 .....	72
<b>Tabla 34-3:</b> Control de tránsito por volumen vehicular de la Intersección N°4 .....	72
<b>Tabla 35-3:</b> Control de tránsito por volumen vehicular de la Intersección N°5 .....	72
<b>Tabla 36-3:</b> Control de tránsito por volumen vehicular de la Intersección N°6 .....	73
<b>Tabla 37-3:</b> Control de tránsito por volumen vehicular de la Intersección N°7 .....	73
<b>Tabla 38-3:</b> Control de tránsito por volumen vehicular de la Intersección N°8 .....	73
<b>Tabla 39-3:</b> Análisis del estado de calzada de la calle Guayaquil .....	74
<b>Tabla 40-3:</b> Análisis del estado de calzada de la calle Robles Boderó .....	75
<b>Tabla 41-3:</b> Análisis del estado de calzada de la avenida 9 de Octubre.....	76
<b>Tabla 42-3:</b> Análisis del estado de calzada de la avenida Segunda .....	76
<b>Tabla 43-3:</b> Análisis del estado de calzada de la avenida Tercera .....	77
<b>Tabla 44-3:</b> Análisis del estado de calzada de la avenida Cuarta.....	78
<b>Tabla 45-3:</b> Resumen del estado de la calzada.....	78
<b>Tabla 46-3:</b> Señalización vertical de la calle Guayaquil.....	79
<b>Tabla 47-3:</b> Señalización vertical de la calle Robles Boderó.....	80
<b>Tabla 48-3:</b> Señalización vertical de la Avenida 9 de Octubre .....	80
<b>Tabla 49-3:</b> Señalización vertical de la Avenida Segunda.....	81
<b>Tabla 50-3:</b> Señalización vertical de la Avenida Tercera .....	81
<b>Tabla 51-3:</b> Señalización vertical de la Avenida Cuarta.....	81
<b>Tabla 52-3:</b> Señalización horizontal de la calle Guayaquil.....	82
<b>Tabla 53-3:</b> Señalización horizontal de la calle Robles Boderó .....	83
<b>Tabla 54-3:</b> Señalización horizontal de la Avenida 9 de Octubre.....	83
<b>Tabla 55-3:</b> Señalización horizontal de la Avenida Segunda.....	84
<b>Tabla 56-3:</b> Señalización horizontal de la Avenida Tercera .....	84
<b>Tabla 57-3:</b> Señalización horizontal de la Avenida Cuarta.....	84
<b>Tabla 58-3:</b> Estacionamientos autorizados por calle.....	85
<b>Tabla 1-4:</b> Características de las vías dentro del área de estudio .....	88
<b>Tabla 2-4:</b> Situación actual de la señalética vertical .....	89
<b>Tabla 3-4:</b> Situación actual de la señalética horizontal .....	89
<b>Tabla 4-4:</b> Oferta de estacionamiento .....	90
<b>Tabla 5-4:</b> Demanda de estacionamiento .....	90
<b>Tabla 6-4:</b> Situación actual en base al flujo vehicular por intersección.....	92
<b>Tabla 7-4:</b> Situación actual en base al nivel de servicio .....	94

<b>Tabla 8-4:</b> Nivel de servicio por avenida o calle.....	94
<b>Tabla 9-4:</b> Clasificación del nivel de servicio.....	94
<b>Tabla 10-4:</b> Nivel de servicio con ponderación .....	95
<b>Tabla 11-4:</b> Señalización vertical propuesta por vía de estudio.....	97
<b>Tabla 12-4:</b> Señalización horizontal propuesta por vía de estudio.....	98
<b>Tabla 13-4:</b> Reubicación del estacionamiento por vía .....	98
<b>Tabla 14-4:</b> Propuesta de cambio de los controles de tránsito .....	99
<b>Tabla 15-4:</b> Nivel de servicio de la propuesta de cambio .....	100
<b>Tabla 16-4:</b> Nivel de servicio ponderado de la propuesta integral.....	101
<b>Tabla 17-4:</b> Comparación del nivel de servicio del estado actual y la propuesta .....	101
<b>Tabla 18-4:</b> Inversión total para la señalización vertical .....	103
<b>Tabla 19-4:</b> Inversión total para la señalización horizontal .....	103
<b>Tabla 20-4:</b> Inversión total para los estacionamientos.....	104
<b>Tabla 21-4:</b> Inversión total para los dispositivos semafóricos .....	104
<b>Tabla 22-4:</b> Propuesta de cambio de la calzada de las vías.....	105
<b>Tabla 23-4:</b> Costo total de la propuesta integral en el área de estudio.....	105

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-3:</b> Volumen vehicular en HMD Intersección N°1 .....	47
<b>Gráfico 2-3:</b> Volumen vehicular en HMD Intersección N°2 .....	51
<b>Gráfico 3-3:</b> Volumen vehicular en HMD Intersección N°3 .....	55
<b>Gráfico 4-3:</b> Volumen vehicular en HMD Intersección N°4 .....	57
<b>Gráfico 5-3:</b> Volumen vehicular en HMD Intersección N°5 .....	60
<b>Gráfico 6-3:</b> Volumen vehicular en HMD Intersección N°6 .....	62
<b>Gráfico 7-3:</b> Volumen vehicular en HMD Intersección N°7 .....	65
<b>Gráfico 8-3:</b> Volumen vehicular en HMD Intersección N°8 .....	69
<b>Gráfico 9-3:</b> Porcentaje de daño por vía .....	79
<b>Gráfico 10-3:</b> Estado de la señalética vertical.....	82
<b>Gráfico 11-3:</b> Estado de la señalización horizontal.....	85

## ÍNDICE DE IMÁGENES

<b>Imagen 1-3:</b> Área de estudio del cantón “La Libertad” .....	44
<b>Imagen 2-3:</b> Diagrama de semaforización de la Intersección N° 1 .....	48
<b>Imagen 3-3:</b> Diagrama de semaforización de la Intersección N° 2 .....	52
<b>Imagen 4-3:</b> Diagrama de semaforización de la Intersección N° 7 .....	66
<b>Imagen 5-3:</b> Diagrama de semaforización de la Intersección N° 8 .....	70
<b>Imagen. 1-4:</b> Situación actual de la señalética del centro urbano de La Libertad .....	91
<b>Imagen 2-4:</b> Situación actual del nivel de servicio .....	93
<b>Imagen 3-4:</b> Propuesta de cambio del centro urbano .....	100
<b>Imagen 4-4:</b> Propuesta de cambio de la infraestructura vial del área de estudio .....	102

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-2:</b> Metodología para el análisis de intersecciones con semáforos .....	30
<b>Figura 2-2:</b> Metodología para el análisis de intersecciones sin semáforos .....	31



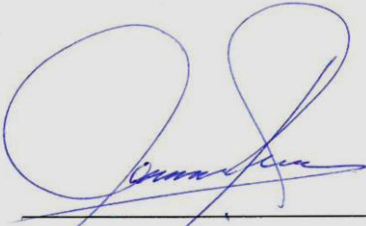
## ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo A:** Intersecciones de la zona de estudio
- Anexo B:** Entrada a diferentes intersecciones
- Anexo C:** Aforo Vehicular
- Anexo D:** Levantamiento de información
- Anexo E:** Proforma de dispositivos semafóricos
- Anexo F:** Volumen de vehículos mixtos estacionados
- Anexo G:** Ficha para la recolección de información
- Anexo H:** Flujo vehicular en las intersecciones
- Anexo I:** Estado de la señalética vertical en el área de estudio
- Anexo J:** Estado de la señalética horizontal en el área de estudio
- Anexo K:** Estado de la calzada de la vía
- Anexo L:** Ficha para aforos vehiculares
- Anexo M:** Costos de reasfaltado en el área de estudio

## RESUMEN

El presente trabajo de titulación tiene como objetivo elaborar una propuesta integral para mejorar la circulación vehicular en el centro urbano del cantón “La Libertad”, provincia de Santa Elena, a través del diagnóstico de la situación actual y el análisis de las variables que provocan la congestión vehicular. Dentro del área de estudio, circulan alrededor de 1.263 vehículos por día, en el horario de 10h00 a 11h00 a.m., considerada la hora de máxima demanda (HMD), se evidencia que 1.172,47 m del total de 3.830 m presentan daños en la calzada, lo que representa el 31%, el estado de la señalización vertical es regular en un 55%, el 15% se encuentra en buen estado y el 30% en malas condiciones; en cambio, el estado de la señalización horizontal en un 90% se encuentra regular, el 1% en mal estado y el 9% se presenta buenas condiciones, cabe recalcar que existe una oferta de 359 estacionamientos permitidos; con todos estos parámetros se logró determinar que dentro del área de estudio se tiene un nivel de servicio tipo F. La implementación de la Propuesta Integral en el área de estudio se realizó en función del análisis de tres ejes: la infraestructura vial, flujo vehicular y nivel de servicio; dentro de los cuáles se consideraron el estado de las vías e inventario vial, la gestión de los estacionamientos, los controles de tránsito en cada intersección y el reasfalto de las vías. Se recomienda socializar el presente estudio a todos los actores involucrados, como administradores, usuarios y ciudadanía en general.

**Palabras clave:** <CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS> <PROPUESTA INTEGRAL> <CIRCULACIÓN VEHICULAR> <INFRAESTRUCTURA VIAL> <FLUJO VEHICULAR> <LA LIBERTAD (CANTÓN)>



Ing. Juan Pablo Palaguachi Sumba  
**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

## ABSTRACT

This degree work aims to elaborate a comprehensive proposal to improve vehicular circulation in the urban center of "La Libertad" Canton, Santa Elena province; through the diagnosis of the current situation and the analysis of the variables that cause the vehicular congestion. Within the study area, around 1,263 vehicles circulate per day, from 10 am to 11 am, consider the time of maximum demand (TMD). It is evident that 1,172.47 m of the total of 3,830 m have damage to the road, which represents 31%; the state of vertical signage is regular in a 55%, a 15% is in good condition and a 30% in poor condition. On the other hand, the state of horizontal signage in 90% is regular, 1% in poor condition and 9% is the right conditions, it should be noted that there is an offer of 359 parking spaces allowed; with all these parameters it was possible to determine that within the study area there is a type F service level. The implementation of the Comprehensive Proposal in the study area was carried out based on the analysis of three axes: road infrastructure, traffic flow, and service level; within which were considered the status of the roads and road inventory, the management of parking, traffic controls at each intersection and the resurfacing of the roads. It is recommended to socialize this study to all the actors involved, such as administrators, users, and citizens in general.

**Keywords:** <ECONOMIC AND ADMINISTRATIVE SCIENCES> <COMPREHENSIVE PROPOSAL> <TRAFFIC CIRCULATION> <ROAD INFRASTRUCTURE> <TRAFFIC FLOW> <LA LIBERTAD (CANTON)>



## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la circulación de vehículos en el centro urbano del Cantón La Libertad, presenta varios problemas, por diversos factores como son el incremento de la tasa poblacional y vehicular en el Cantón, además del flujo vehicular que ingresan a la urbe central desde diferentes lugares del país, motivados por los numerosos sitios turísticos que tiene la Ciudad, son aspectos que influyen en la alta concentración de vehículos en las vías. Debido a estos problemas se realiza la Propuesta integral para mejorar la circulación vehicular en el centro urbano del Cantón “La Libertad”, Provincia de Santa Elena; el mismo consta de los siguientes capítulos:

El capítulo I lleva el nombre de problema de investigación, donde se encuentran 5 partes fundamentales para la descripción de la problemática actual, como son: el planteamiento del problema, formulación del problema, sistematización del problema, el objetivo general y objetivos específicos y justificación del problema.

El capítulo II lleva el nombre de marco de referencia, el cual consta de los antecedentes de investigación donde se observa investigaciones relacionadas a la propuesta que se dicta en este caso, también consta de un marco teórico y conceptual donde se presenta clasificaciones, conceptos e ideas para entender de mejor manera el tema de titulación y finalmente se posee las interrogantes de estudio.

El capítulo III lleva el nombre de marco metodológico donde podemos encontrar un enfoque de investigación, el nivel de investigación, un diseño de investigación, el tipo de estudio, la población y muestra, los métodos, las técnicas, los instrumentos, el análisis e interpretación de resultados y finalmente la comprobación de las interrogantes de estudio.

El capítulo IV lleva el nombre de marco propositivo que comprende el título y contenido de la propuesta; este punto tiene 5 partes: preámbulo, antecedentes de la propuesta, como tercer punto tenemos a la propuesta de cambio de los controles de tránsito, seguido de las especificaciones técnicas en base a la normativa legal y finalmente las especificaciones técnicas de los dispositivos de control de tránsito.

Al final se encuentran las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos.

## **CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1 Planteamiento del problema**

El transporte en todos sus modos ha ido evolucionando a lo largo de los años, siendo parte primordial en el desarrollo de grandes ciudades, permitiendo desplazar personas y bienes de un origen a un destino, en tiempos adecuados. El transporte terrestre es el más utilizado a nivel mundial por su fácil acceso y su bajo costo. Una de las desventajas es la complejidad en su planificación debido a que posee una alta demanda vehicular y una oferta vial que en ciertas ciudades no abastece con su demanda, es allí cuando se presentan inconvenientes en el tránsito vehicular.

En las ciudades, gestionar el transporte no es tarea fácil y debido a muchos factores que intervienen, entre ellos, el rápido crecimiento poblacional, la formación de nuevos asentamientos, el desarrollo de actividades económicas, la necesidad de las personas de transportarse a fin de desarrollar sus diferentes actividades; esto genera un incremento notable de vehículos en las vías que además es causante del principal enemigo de la movilidad en una ciudad que es la congestión vehicular, al mismo tiempo ésta trae consigo otros aspectos a tratar como: demoras en tiempos de viaje, la contaminación ambiental, la accidentabilidad, poniendo en peligro tanto al conductor como al peatón.

La provincia de Santa Elena es la más nueva del país, conformada por tres cantones: Santa Elena, La Libertad y Salinas. La Libertad es el único cantón netamente urbano, en él no existen parroquias rurales ni recintos, y se compone de 1.735 manzanas urbanas; constituye el principal centro de actividades comerciales y de servicios a nivel provincial, convirtiéndose de esta manera en la capital económica de la misma, puesto que en ella se encuentran ubicados los principales centros comerciales, instituciones públicas y privadas, entidades bancarias, locales comerciales e industriales.

La Libertad, siendo el principal centro de actividades económicas de la Provincia de Santa Elena, es el único Cantón en esta Provincia que cuenta con un sistema de transporte intracantonal conformado por dos operadoras: Cooperativa Puerto Peninsular y Compañía Salisel. También, el Consorcio Integrado de Transporte de Santa Elena o también conocido como CITSE, que brinda el servicio de transporte intraprovincial en Santa Elena, CITSE está conformado por siete operadoras que circulan dentro del perímetro urbano del Cantón Santa Elena, Salinas y La Libertad.

También es necesario mencionar otra modalidad de transporte que circula con una alta oferta de servicio como son los taxis, es cierta la presencia de este servicio en el centro urbano de la ciudad, una de las problemáticas de este servicio es la presencia de taxis que pertenecientes a los cantones vecinos, operan dentro del cantón “La libertad”, causando mayor congestión en las vías.

La existencia de una alta tasa poblacional y vehicular del Cantón, sumado a la esporádica presencia de vehículos provenientes de otras ciudades, dadas las condiciones turísticas de la zona, son elementos que empeoran a la libre movilidad de peatones y vehículos a la hora de transportar. La circulación de todos estos modos de transporte por la urbe del cantón, ocasionan que las condiciones de movilidad en el centro de La Libertad sean inseguras, dejando visible en las intersecciones el alto índice de congestión vehicular que presenta el centro urbano de la ciudad, donde es evidente el desorden vehicular, el irrespeto a paradas y estacionamientos.

Tomando a consideración estos aspectos en cuanto a la problemática que vive el Cantón, La Libertad, se evidencia la necesidad de realizar una propuesta integral para mejorar la circulación vial y en base al estudio de investigación proponer alternativas para facilitar la movilidad en el centro urbano.

## **1.2 Formulación del problema**

¿De qué manera una propuesta integral para mejorar la circulación vehicular ayuda a facilitar el tránsito en el centro urbano del Cantón La Libertad, Provincia de Santa Elena?

## **1.3 Sistematización del problema**

La presente investigación se desarrollará dentro de los siguientes parámetros:

- **Objeto de investigación:** Propuesta integral para mejorar la circulación vehicular.
- **Campo de acción:** Gestión de transporte terrestre.
- **Localización:** Cantón La Libertad, Provincia de Santa Elena.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1. *General***

Elaborar una propuesta integral para mejorar la circulación vehicular en el centro urbano del cantón “La Libertad”, Provincia de Santa Elena.

### **1.4.2. *Específicos***

- Realizar el diagnóstico de la situación actual de la circulación vehicular en el centro urbano del Cantón “La Libertad”.
- Analizar las variables de operación de la red que provocan la congestión vehicular en el centro urbano del Cantón “La Libertad”.
- Desarrollar una propuesta integral para mejorar la circulación vehicular en el centro urbano del Cantón “La Libertad”.

## **1.5 Justificación**

### **1.5.1 *Justificación teórica***

El transporte actualmente en todos sus modos es una necesidad primordial para todo ser humano. Las diferentes actividades que día a día realiza la población giran en torno al transporte. Una de las tareas más complejas que tienen las autoridades de una región, en cuanto a materia de tránsito y transporte es gestionar y brindar una movilidad segura a la población en su territorio. Por ello, es importante planificar el transporte teniendo en consideración las necesidades y características de cada zona.

El centro urbano del Cantón “La Libertad”, en la Provincia de Santa Elena, es visitado diariamente por pobladores de la zona, por turistas nacionales y extranjeros, que acuden al mismo a realizar diversas actividades; se evidencia en las calles del centro urbano gran afluencia de vehículos, que impide una libre circulación vehicular, provocando demoras y generación de colas.

Son diversos factores que influyen en la inexistencia de una adecuada circulación vehicular en una Ciudad, es por ello que la presente investigación es importante ya que nos va a permitir conocer el nivel de congestión vehicular que se presenta en la zona céntrica de la ciudad, a través de la capacidad y nivel de servicio, además, de otros aspectos que intervienen en los

desplazamientos de la población, con la finalidad de proponer mejoras que eleven la calidad de vida de la ciudadanía, cuyo objetivo es lograr fluidez en el tránsito, reduciendo los tiempos de viaje, brindando seguridad a los conductores y peatones, disminuyendo los niveles de contaminación en el medio ambiente.

### **1.5.2 *Justificación Metodológica***

Para efectuar el trabajo de investigación se empleará la metodología Highway Capacity Manual HCM 2000, donde se presentan métodos, técnicas e instrumentos, que serán de gran importancia para desarrollar la investigación. Dentro de las técnicas e instrumentos se realizará aforos vehiculares identificando el tipo de vehículo y su movimiento, además de fichas de recolección de información del estado de la infraestructura vial, los cuales nos van a permitir determinar las condiciones de tránsito de la vía, mediante estos resultados, se plantearán planes para mejorar la circulación vehicular en el centro urbano del Cantón.

El programa de simulación de tránsito Synchro es una herramienta que trabaja bajo la metodología de HCM, mediante la cual se evaluarán las condiciones actuales en las que se encuentra la circulación vehicular en el centro urbano del Cantón “La Libertad”, con el fin de plantear una propuesta de solución.

### **1.5.3 *Justificación Práctica***

A través de la propuesta integral para mejorar la circulación vehicular en el centro urbano del cantón La Libertad, a más de determinar los factores que intervienen en la libre movilidad, se busca ofrecer una mejor calidad de vida a los habitantes de la zona, ofreciendo una movilidad segura tanto a los conductores y peatones, disminución en los tiempos de viaje y reducción en los niveles de contaminación.

Es necesario recalcar que la investigación es factible porque cuenta con la autorización y apoyo por parte de la Dirección de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial del Cantón La Libertad, para definir una solución adecuada, que permita enfrentar la gran problemática generada por la congestión vehicular a fin de mejorar la movilidad en la población.

El resultado de la presente investigación se evidencia en el marco propositivo al final del proyecto, donde se establecerá las posibles soluciones al problema mencionado anteriormente, con la finalidad de satisfacer la necesidad de un tránsito seguro, mediante la propuesta integral para mejorar la circulación vehicular en el centro urbano de la ciudad.



## **CAPÍTULO II: MARCO DE REFERENCIA**

### **2.1 Antecedentes de investigación**

El cantón La Libertad pertenece a la Provincia de Santa Elena, provincia que fue creada el 7 de noviembre del 2007 y la conforman los Cantones: Santa Elena, La Libertad y Salinas. La Libertad es un cantón netamente urbano, en él no existen Parroquias rurales ni recintos, y se compone de 1.735 manzanas urbanas; convertido en la actualidad en el centro comercial y bancario de la provincia de Santa Elena. Este hecho, hace que La Libertad sea visitada diariamente por gran cantidad de personas dentro y fuera de la provincia. La visita de comerciantes, turistas y público en general hace que se incentive el aparato productivo del cantón.

El crecimiento poblacional y expansión territorial, el desarrollo económico del cantón ha traído muchos inconvenientes en cuanto a la movilidad en la ciudad, la gran diversidad de modos para transportarse hace que en el centro urbano se evidencie un gran desorden de vehículos en las vías, lo que causa demoras y dificultad el derecho de la población de movilizarse.

El Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón “La Libertad” actualmente cuenta con un Plan de Movilidad Urbana Sostenible del cantón, elaborado en el año 2013, se encuentra en total ejecución, en el cual se establece como prioritario al peatón y a la transportación pública intraprovincial e intracantonal.

Considerando que la nueva política del estado es la descentralización de las competencias de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial en lo referente a la planificación, regulación y control hacia los Gobiernos Autónomos Descentralizados del país; el CNC (Consejo Nacional de Competencias) oficializó dicha política mediante la Resolución No. 06-CNC-2012 y su actualización No. 03-CNC-2015, disponen la trasferencias de las competencias mencionadas a los distintos GADs metropolitanos y municipales de todo el país y su recategorización respectivamente.

Mediante el apoyo de la Dirección de TTTSV del GAD La Libertad, se desea lograr desarrollar la Propuesta Integral para mejorar la circulación vehicular en el centro urbano, a fin de brindar a los pobladores del cantón una movilidad libre en las calles.

Referentes de la Investigación

La movilidad urbana en los últimos años ha tomado mayor importancia a nivel mundial, las ciudades con mayor índice de crecimiento poblacional y expansión territorial, han invertido en planes de movilidad, planificación urbana, todo esto con el fin de ofrecer a la ciudadanía movilidad, garantizando su seguridad al desplazarse de un origen a un destino.

La movilidad es muy importante en el desarrollo de las ciudades, permite que las poblaciones puedan realizar sus diversas actividades y por ende mejorar su economía. Uno de los problemas que acarrea el desarrollo de una ciudad es el excesivo número de vehículos en las vías, pues las personas adquieren su vehículo particular para desplazarse libremente a cualquier hora y destino.

En tiempos modernos la mayoría de ciudades del mundo, se ven obligadas a mejorar la circulación vehicular para que no exista un caos en sus vías, esto debido al fuerte crecimiento población y a la expansión territorial, existen trabajos de investigación que buscan mejorar la movilidad urbana, y que se han ido desarrollando en diversos lugares del mundo cuyas características de estudio son diferentes pero su fin es el mismo, lograr una movilidad segura para la población.

Un estudio desarrollado en la Ciudad de México acerca de planes integrales para movilidad, elaborado por Salvador Medina y Jimena Veloz, donde los autores plantean como obtener una movilidad libre en las carreteras en México, logrando de esta forma un desarrollo urbano, minimizando el nivel de congestión vehicular y a la vez promover la utilización de otros modos de transporte, reduciendo los niveles de contaminación ambiental y auditiva, con el fin de lograr una movilidad racional (Medina & Veloz, 2013).

En Santiago de Chile en el año 2015, se desarrolló un plan integral de movilidad por la alta demanda vehicular, el objetivo principal del proyecto fue impulsar a la ciudadanía al uso racional de espacios peatonales y ciclisticos, además de incentivar a la utilización del transporte público para desplazarse, con el fin de reducir el uso de automóvil privado en la ciudad. El gran objetivo de este estudio es brindar a la ciudadanía una movilidad segura, mejorando la circulación vehicular en la ciudad, buscaba no solo ofrecer movilidad, sino salvaguardar la salud de la población (Ilustre Municipio de Santiago de Chile, 2015).

A través de la investigación bibliográfica de estos estudios expuestos realizados en otros países se tomará de guía diversos aspectos que pueden ayudar al desarrollo del trabajo de investigación.

En la provincia de Santa Elena, en la zona centro del cantón La Libertad posee el mayor número de mercados, locales comerciales, entidades financieras y bancarias e instituciones públicas a nivel Provincial, en donde la centralización de las actividades económicas ha contribuido para que la movilidad dentro del centro urbano sea un caos, ocasionando congestión vehicular que es el principal problema que tiene el cantón, y de ello se deriva la contaminación ambiental, demoras en tiempos de viaje y el alto índice de accidentes de tránsito, entre otros.

## **2.2 Marco teórico**

En el presente trabajo de investigación se realizará una exhaustiva búsqueda en diversas fuentes bibliográficas de varios temas que sean de interés para el desarrollo de la investigación, a la vez se sumará un pequeño análisis del autor de trabajo de titulación de cada concepto del tema citado, logrando de esta manera obtener información adecuada del tema de investigación planteado.

### **2.2.1 *Movilidad***

Según (Graizbord, 2008) la movilidad no es solo permitir a los habitantes de una ciudad acceder a los servicios, infraestructura y diversos aspectos que ofrece, el fin que tiene es que los habitantes puedan satisfacer las necesidades de movilidad en óptimas condiciones sean estas seguras, cómodas y a la vez en menor tiempo. Se debe aclarar que el transporte es importante, pero al hablar de transporte no hablamos de movilidad, ya que este solo se convierte en un medio para facilitar la movilidad a la población de un lugar.

La movilidad tiene como propósito principal que los habitantes de una ciudad puedan desplazarse libremente de un lugar a otro, que puedan realizar en su destino deseado sus diferentes actividades, garantizando que la población por cualquier modo de transporte elija, seguridad, menor tiempo en su viaje y comodidad.

En los últimos años el crecimiento poblacional y el desarrollo de las ciudades han dificultado la movilidad; la gran cantidad de personas que desean movilizarse y que adoptan diferentes modos de transporte para realizar su necesidad, los mismos que han causado una saturación de diferentes vehículos en las vías; es por ello necesario que una ciudad cuente con un plan de movilidad busque mejorar la circulación vial.

La movilidad es una necesidad a nivel mundial que se remota desde tiempos antiguos, el trasladarse de un lugar a otro, siempre ha sido vital para el crecimiento y el desarrollo de un

territorio; cabe recordar que en tiempos antiguos los asentamientos se movilizaban a pie o hasta en carruajes con caballos; pero esto no fue suficiente para una región que desea progresar, por ello al pasar de los años el ser humano ha ido inventando diversas formas para moverse y que estas permitan desplazarse cada vez a menor tiempo.

Hace muchos años atrás las personas se movilizaban a pie libremente por las calles sin peligro alguno, desde la aparición del vehículo automotor la movilidad se volvió un tema más complejo debido al gran espacio que los automotores ocupan en las calles; ahora se debe establecer medidas que protejan al peatón que se vuelve vulnerable ante la demasía de vehículos en las vías.

La movilidad y el transporte son conceptos distintos, en la planeación de algunas ciudades han expuesto de manera errónea el concepto que tiene acerca de la movilidad, confundiendo con transporte, es allí donde surgen inconvenientes. (Moreno & Juan Beltrán, 2013)

El transporte se enfoca más a las características viales, señaléticas, contar con una infraestructura adecuada y en condiciones y tipos de automotores; en cambio, cuando hablamos de movilidad es un tema más colectivo, que abarca a toda una población que desea moverse, sea a pie, en vehículos autos motorizados o no. Pero siempre enfocándose en modos de transporte que sean amigables con el ambiente.

Sin embargo, el transporte en autobuses escolares ha sido visto tradicionalmente como una preocupación secundaria o incluso terciaria en relación con los impactos de la movilidad por parte de los gobiernos y las autoridades de todo el mundo. La relativa falta de atención académica y política en esta área merece en la actualidad más implicaciones en políticas, planificación y proyectos. (Ortega, Toth, Palaguachi, & Sabbani, 2019)

#### 2.2.1.1 *Movilidad urbana*

De acuerdo con el autor (Mataix, 2010) la movilidad urbana es el derecho de las personas a desplazarse a lo largo y ancho de la ciudad, para que puedan realizar sus diferentes actividades, para poder garantizarla se deberá contar con un sistema de movilidad que tome en cuenta las características socioeconómicas y demográficas que posee la población.

La movilidad urbana, se refiere a los desplazamientos que realiza la población para realizar sus diferentes actividades diarias, se puede realizar mediante diversos modos de transporte, cuando una ciudad tiene un alto desarrollo económico, la movilidad urbana aumenta.

De los grandes problemas que enfrenta la movilidad urbana son el tiempo perdido por la congestión vehicular y la contaminación al medio ambiente; estos dos causantes por el uso excesivo de diversos automotores, es por ello que se debe emplear estrategias para contrarrestar estos problemas.

Una estrategia para mejorar la movilidad urbana, es poner énfasis en un buen servicio del transporte público, si en una ciudad las condiciones para prestar este servicio son deplorables los usuarios van a perder el interés por hacer uso de este modo, es importante fomentar el uso de este servicio, y será posible si se da prioridad a ofertar un servicio de calidad y a la vez brinde confianza. (Jans, 2014)

La movilidad urbana ha sumado mayor importancia en las últimas décadas, movilizarse es una necesidad indispensable para las poblaciones hoy en día, las personas de todas las edades deben desplazarse a diferentes lugares a realizar sus actividades diarias; se debe priorizar esta necesidad y poner mayor interés en brindar a la ciudadanía una movilidad sustentable, el cumplir esta necesidad no debe repercutir en la calidad de vida de la población.

#### a) Objetivos de la Movilidad urbana

Para lograr un cambio hacia una correcta movilidad urbana se toma en consideración varios objetivos que se deben cumplir.

- Reducir la dependencia respecto al automóvil particular

En la actualidad, las personas son tan dependientes del automóvil particular que lo utilizan hasta para realizar un viaje corto, esto contribuye a la saturación de vehículos en las vías, motivar a la población a la utilización de otros modos de transporte es una tarea difícil, pero no imposible. Se debe establecer estrategias con el fin de reducir el porcentaje de uso de este modo de transporte.

- Incrementar oportunidades para modos de transporte alternativos

Para lograr reducir la dependencia del automóvil es necesario, incentivar al uso de otros modos de transporte. La finalidad de este objetivo es ofertar a la ciudadanía vías que cumplan con todas las características de seguridad para que las personas puedan transitar a pie, en bicicleta o a su vez mejorar las condiciones del transporte público, para que los usuarios opten por el servicio y viajen de una manera segura.

- Reducir los impactos de los desplazamientos motorizados

La movilidad urbana también contempla las consecuencias sociales y sobre todo ambientales que provocan los vehículos motorizados. Debe existir una correcta convivencia entre conductores y peatones, los motorizados deben respetar las señales de tránsito para que los peatones puedan circular sin peligro alguno.

- Evitar la expansión de los espacios dependientes del automóvil

El crecimiento poblacional y su expansión territorial a lugares lejanos, hace que se vuelva complejo abastecer a la población con el servicio de transporte público y además ofertar redes viales con la infraestructura adecuada.

- Recuperar la convivencia en todo el espacio público

Los espacios públicos para la circulación de vehículos y personas deben estar en condiciones apropiadas, incluir señalética y mantenimiento vial adecuado. Todo esto para una correcta convivencia entre peatón y conductor.

- Aumentar la libertad de los grupos sociales sin acceso al automóvil

Lograr que los diversos modos de transporte sean inclusivos para personas con diferentes discapacidades es el objetivo para alcanzar una movilidad urbana ideal en una ciudad. Se debe tener a consideración las diversas características con las que deben contar estos modos de transporte para cumplir este anhelado objetivo.

### **2.2.2 Congestión Vehicular**

La congestión vehicular en todas las ciudades a nivel mundial es uno de los grandes desafíos que presentan, esto se puede contrarrestar si se cuenta con una planificación urbana adecuada, que garantice una libre movilidad. Esta problemática también causa diversos aspectos como la contaminación ambiental, demoras en tiempos de viaje e incremento en accidentabilidad (Ye, 2012).

Una de las principales causas de la congestión es la fricción entre los vehículos en el flujo de tránsito, es decir los vehículos circulan a una determinada velocidad, sin embargo, a medida que van aumentando los vehículos se genera caos, ya que un vehículo adicional estorba en el

desplazamiento de otros, por tanto genera congestión (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2001).

Es así, que la congestión vehicular es un problema que se evidencia en diversos lugares a nivel mundial, se visualiza cuando los automóviles no pueden circular a una velocidad adecuada, siendo una tarea difícil de solucionar en materia de transporte, donde es una compleja tarea buscar solución a la existencia de gran demanda vehicular y que no se cuente con vías de desfogue para minimizar el tráfico vial.

#### 2.2.2.1 *Tipos de Congestión vehicular*

De acuerdo con (Falcocchio & Levinson, 2015), estos dos actores han clasificado a la congestión vehicular en dos clases, como lo son:

##### a) Congestión vehicular recurrente

Este tipo de congestión vehicular se evidencia regularmente o varias veces en tiempo seguido, cuando el conductor espera durante los tiempos de viaje normales, esta situación conlleva retardos el viaje a la población que desea movilizarse.

##### b) Congestión vehicular no recurrente

Cuando nos desplazamos de un lugar a otro en las vías podemos encontrar diferentes tipos de acontecimiento como accidentes, reparación o mantenimiento vial, catástrofes naturales. Estas circunstancias se consideran ocasionales, y es allí donde se presenta demoras en viajes, pero que no son recurrentes.

#### 2.2.2.2 *Análisis determinístico del congestionamiento*

Según (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007) en su libro Ingeniería de Tránsito, expresan que el análisis determinístico de congestionamiento consiste en el análisis de las variables.

##### a) Análisis de intersecciones con semáforos con régimen D/D/1

En las intersecciones con semáforos se puede evidenciar la formación de colas, la capacidad de un acceso en una intersección semaforizada se expresa en términos de flujo de saturación. La formación de colas se disipa o disuelve, cuando el semáforo cambia a verde.

## b) Análisis de los cuellos de botella

Los cuellos de botella se presentan donde en un tramo de la vía se reduce el número de carriles, respecto al tramo anterior, es allí donde se puede presenciar el congestionamiento.

### **2.2.3 Ingeniería en Transporte y tránsito**

La ingeniería de transporte en esta nueva década ha tomado mayor importancia, en años anteriores no existía una profesión que se enfocará en la planeación, diseño, control, administración y gestión en materia de transporte; esta ingeniería se deriva de la ingeniería civil, es una profesión que tiene una gran visión, gracias a los diversos modos de transporte como: el terrestre, aéreo, marítimo y fluvial un profesional puede desempeñar sus funciones en instituciones públicas y privadas que estén vinculadas al transporte. (Universia, 2018)

La ingeniería en transporte tiene muchos desafíos, uno de ellos debido al gran crecimiento de la población, al desarrollo de las ciudades y a la aparición de diversos modos de transporte que se aglomeran en las calles; el experto debe tomar decisiones que promuevan la movilidad sustentable, enfocándose en ofrecer seguridad a la población que desea desplazarse.

La ingeniería de tránsito se deriva de la ingeniería en transporte, esta se encarga del estudio del tráfico en una ciudad, de todos los componentes que intervienen en este fenómeno, tales como los actores y los componentes del tránsito; el objetivo es lograr una adecuada movilidad en una zona. (Quintero J. , 2017)

### **2.2.4 Tránsito vehicular**

Se define como tránsito vehicular al número de vehículos que pasan por un mismo punto en la carretera a un tiempo determinado.

Para (Transportation Research Board, 2000) el tránsito vehicular es el fenómeno causado por el flujo de vehículos en una vía, calle o autopista. Antes de cualquier diseño geométrico de una vía se deben conocer las características del tránsito que va a ocupar esa carretera o calle.

#### **2.2.4.1 Composición del tránsito**

Según la (Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2013) la clase relativa de los diferentes tipos de vehículos en las vías se conoce como composición de tránsito. Es necesario



dentro de un estudio de tránsito conocer los diferentes vehículos para descubrir las causas de la problemática. En la norma establece que las dos clases más relevantes de vehículos automotores son:

- Vehículo Livianos: dentro de esta clasificación se encuentran las motocicletas, vehículos ligeros, aquellos con capacidad de 8 pasajeros y ruedas sencillas.
- Vehículos Pesados: el vehículo pesado considera aquellos que superan las cuatro toneladas y doble llanta de las ruedas trasera.

Es necesario poner a consideración que el Ministerio de Transporte y Obras públicas considera la tipología vehicular bajo las normas y recomendaciones de La Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes o también conocida por sus siglas en inglés AASHTO.

- Vehículo Liviano (A): Agrupa motocicletas y automóviles
- Buses (B)
- Camiones (C): Abarca a los camiones, diferenciándolos dependiendo de sus ejes.
- Semirremolque (R)

### **2.2.5 Volúmenes Vehiculares**

La necesidad de las personas de transportarse de un lugar a otro, conlleva a que los medios físicos y estáticos del tránsito, tales como las carreteras, intersecciones, terminales, etc. Estén cargados de volúmenes viales.

Se conoce como volumen de tránsito promedio diario a la cantidad de vehículos de diferentes características que pasan por un punto en un cierto período de tiempo, puede ser igual o menor a un año y mayor que un día, dividido entre el número de días del período. Para realizar estos estudios de volumen de tránsito las unidades de tiempo que se emplea son año, mes, día y hora. (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007)

Para poder determinar el número de vehículos que transitan por una vía, se emplea aforos, que consiste en contar la cantidad de vehículos que transitan por una vía, esto se lo realiza en puntos importantes para determinar el tránsito promedio diario, este aforo vehicular es vital para determinar la capacidad vial y el nivel de servicio de la vía.

Los aforos vehiculares también se emplean para determinar la hora de máxima demanda o también conocidas como horas pico y la hora mínima demanda donde el tránsito vehicular es menor, esto para realizar análisis del comportamiento del volumen vehicular en esos periodos de tiempo.

#### 2.2.5.1 *Uso de los volúmenes de tránsito.*

Según (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007) dependiendo de la unidad de tiempo en la que se hayan levantado información del volumen vehicular, se pueden realizar diferentes estudios. A continuación se presentan algunos.

##### a) Volúmenes de tránsito anual (TA)

- Determinar los patrones de viaje sobre área geográfica.
- Calcular índice de accidentes.
- Indicar variaciones y tendencias de los volúmenes de tránsito, especialmente en carreteras de cuota.

##### b) Volúmenes de tránsito promedio diario (TPD)

- Medir la demanda actual de las calles y carreteras.
- Evaluar los flujos de tránsito actual.
- Localizar áreas donde se necesite construir nuevas vialidades.
- Programar mejoras capitales.

##### c) Volúmenes de tránsito horario (TH)

- Determinar la longitud y magnitud de periodos de tiempo de máxima demanda.
- Evaluar deficiencias de la capacidad.
- Establecer controles de tránsito.

##### d) Tasas de flujo (q)

- Analizar flujos máximos.
- Analizar variaciones del flujo dentro de las horas de máxima demanda.
- Analizar características de los volúmenes máximos.

### **2.2.6 Flujo Vehicular**

Una de las grandes ventajas de realizar el análisis de los elementos de flujo vehicular es comprender las características y el comportamiento del tránsito, los aspectos primordiales para el planteamiento, proyecto y operación de carreteras, calles y sus obras complementarias dentro del sistema de transporte. Con la aplicación de las leyes de la física y las matemáticas, el análisis del flujo vehicular describe la forma como circulan los vehículos en cualquier tipo de vialidad, lo cual permite determinar el Nivel de eficiencia de la operación.

Uno de los resultados más útiles del análisis del flujo vehicular es el desarrollo de los modelos microscópicos y macroscópicos que relacionan sus diferentes variables como el volumen, la velocidad, la densidad, el intervalo y el espaciamiento. Estos modelos han sido la base del desarrollo del concepto de Capacidad y Niveles de Servicio aplicado a diferentes tipos de elementos viales.

El objetivo, al abordar el análisis del flujo vehicular, es dar a conocer algunas de las metodologías e investigaciones y sus aplicaciones más relevantes en este tema, con particular énfasis en los aspectos que relacionan las variables del flujo vehicular, la descripción probabilística o casual del flujo de tránsito, la distribución de los vehículos en una vialidad y las distribuciones estadísticas empleadas en proyecto y control de tránsito.

#### **2.2.6.1 Tipos de flujo de Tránsito**

El Manual de Capacidad de Carreteras o HCM clasifica a los distintos tipos de caminos en dos categorías o tipos de operación del flujo vehicular:

##### **a) Continuo**

Es aquel en que el vehículo que va transitando por la vía solo se ve obligado a detenerse por razones inherentes al tráfico. Es el tráfico de las carreteras. Los vehículos se detienen cuando ocurre un accidente, cuando llegan a un destino específico, paradas intermedias, etc.

Los caminos que poseen las características de flujo continuo no tienen elementos externos a la corriente del tránsito, tales como semáforos, que puedan interrumpir el mismo. Cuando se tiene un camino que opera en estas condiciones, las características de operación de los vehículos que por él circulan son el resultado de la intersección entre los vehículos existentes en la corriente

de tránsito y entre los vehículos y las características geométricas y del medio ambiente en el cual se desarrolla el camino.

b) *Discontinuo*

Es el característico de las calles, donde las interrupciones son frecuentes por cualquier motivo, siendo una de estas los controles de tránsito de las intersecciones como son los semáforos, los ceda el paso, etc.

Los caminos que poseen las características de flujo interrumpido poseen elementos fijos que pueden interrumpir la corriente vehicular. En esos elementos se incluyen los semáforos, las señales de alto y cualquier otro dispositivo de control del tránsito, cuya presencia origina la detención periódica de los vehículos independientemente de los volúmenes de tránsito existentes.

### **2.2.7 *Aforos Vehiculares***

En ingeniería de tránsito, la medición más significativa para desarrollar un estudio de tránsito es el conteo o aforo vehicular. Se denomina aforos al proceso de contar la cantidad de vehículos o personas que pasan por un tramo de vía en un tiempo determinado. (Gómez, 2004)

#### **2.2.7.1 *Aforo Manual***

El aforo manual consiste en realizar el conteo de vehículos en un determinado tramo de vía mediante el uso de personal de campo conocidos como aforadores de tránsito, cuya función es recolectar información verídica. Se emplea el aforo manual cuando en un estudio de tránsito se desea conocer los tipos de vehículos que transitan por la vía y el sentido de los mismos. Una gran desventaja de realizar el aforo manual es el costo por pago a los aforadores. Los aforos manuales también utilizados para comprobar la eficiencia de los aforadores automáticos.

#### **2.2.7.2 *Aforo Automático***

Los aforos automáticos se los realiza a través de dispositivos electrónicos que se los coloca en la superficie de la vía, cuya función es contar los vehículos que transitan por la vía. Algunos ejemplos son detectores automáticos, ultrasonido, contadores electrónicos, infrarrojo, etc.

### 2.2.8 *Inventario vial*

El inventario de la infraestructura vial se lo emplea para conocer las características, condiciones de operatividad y funcionalidad de una vía. Este inventario consiste en describir detalladamente el estado en el que se encuentra la vía, si existen daños o no, además de registrar las características geométricas de la vía. (Quintero, 2011)

Para Quintero J. R., 2011 la forma más usual de elaborar el inventario vial es a través de una inspección visual, que consiste en hacer un reconocimiento a lo largo del tramo de estudio, para cuantificar y calificar sus condiciones. La metodología para la inspección visual incluye la descripción completa de tres aspectos fundamentales: descripción de la vía; geometría de la vía, y estado superficial de la calzada, para determinar el estado de la calzada ha clasificado los siguientes daños.

**Tabla 1-2:** Daños de la calzada considerados en el inventario vial

<b>Tipo de daño</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Simbología</b>	<b>Unidad de medida</b>
Fisuras	Fisuras Longitudinales	FL	Longitud en metros del tramo afectado
	Fisuras Transversales	FT	
	Fisuras de junta	FJ	
	Piel de cocodrilo	PC	
	Fisuras de media luna	FML	
Deformaciones	Abultamiento	AB	Metros cuadrados de superficie afectada
	Ahuellamiento	AH	
	Desplazamiento de borde	DB	
	Hundimientos	HD	
Desprendimientos	Bache	DB	
	Parche	DP	
	Descascaramiento	DD	
	Perdida de ligante	DPL	

Fuente: (Quintero, 2011)

#### 2.2.8.1 *Tipo de vía*

Las vías se pueden clasificar dependiendo su función, teniendo en cuenta el tipo de recorrido que se realiza sobre ella y el área en la que sirven. Estas se clasifican en autopistas, principales, colectoras y locales. (Universidad Nacional Autónoma de México, 2019)

a) Autopista

La autopista es una vía de rápida circulación de automóviles y vehículos de carga, sirven para comunicar el tránsito de paso (origen- destino que es distantes entre sí), admite grandes volúmenes de tráfico, no tiene comunicación a propiedades colindantes, forma parte de un sistema primario de un área urbana. (Universidad Nacional Autónoma de México, 2019)

b) Principal

Las vías principales son aquellas que se conectan directamente con el sistema de autopistas y vías rápidas, estas permiten el tránsito vehicular de media a alta fluidez, baja accesibilidad y relativa conexión con el suelo colindante. (Universidad Nacional Autónoma de México, 2019)

c) Colectora

Son el conjunto de vías que distribuyen y canalizan el tránsito vehicular hacia o desde el sistema arterial hasta diferentes sectores urbanos, en forma directa o con intervención complementaria de las vías de servicio. Generalmente son vías que proporcionan accesos a propiedades colindantes y permiten atender volúmenes de tránsito moderados, incluyendo el transporte público colectivo. (Universidad Nacional Autónoma de México, 2019)

d) Local

Las vías locales conforman el sistema vial urbano menor y se conectan solamente con las vías colectoras. Son aquellas que facilitan el tránsito local, permitiendo el acceso directo a zonas comerciales y residenciales. Por estas vías transitan vehículos livianos y en ocasiones semipesados, permiten estacionamientos vehiculares y existe tránsito peatonal. (Universidad Nacional Autónoma de México, 2019)

#### 2.2.8.2 *Tipo de calzada*

a) Asfalto

El asfalto es un material bituminoso de color negro, constituido por elementos que proporcionan características de consistencia, aglutinación, ductilidad. Tiene propiedades cementeras a temperaturas ambientales normales. (Secretaría de Comunicaciones y Transporte, 2008)

b) Adoquín

Unidad de concreto premezclado y vibrocomprimido de forma prismática, cuyo diseño permite la colocación de piezas en forma continua y simétrica para formar pavimentos o carpetas de rodamiento, como son calles y avenidas, plazas y andadores, cocheras, etc.

c) Hormigón

El hormigón es una mezcla íntima y homogénea de áridos finos, áridos gruesos, un aglomerante y agua en las debidas proporciones para que fragüe y endurezca.

d) Sin tratamiento

La calzada sin tratamiento se considera a aquella que se encuentra en su estado natural, sea esta de lastre o tierra.

### **2.2.9 Señalización**




Señalización es el conjunto de estímulos que condiciona la actuación de las personas que los captan frente a determinadas situaciones que se pretenden resaltar (Villamarín, Padilla, Guerrero, & Mazón, 2019).

#### *2.2.9.1 Inventario de señalización y dispositivos de control*

Los inventarios de señalización y dispositivos de control permiten evaluar los parámetros de funcionalidad y suficiencia a partir de la clasificación y calificación de la señalización existente en el sitio de estudio, en base a los tipos de señales, marcas, semáforos y otros dispositivos, los cuales tienen como principal función proveer movilidad de manera organizada a los usuarios, indicándoles la forma correcta en que deben desplazarse por la vía, evitando conflictos de tránsito como accidentes, embotellamientos y demoras. (Quintero, 2011)

Para (Zúñiga, 2013) la calificación del estado de la señalización vertical se la realiza en tres categorías: bueno, regular y mal estado, bajo las siguientes condiciones:




**Tabla 2-2:** Descripción de la evaluación del estado de señalética vertical

Estado	Descripción	Ejemplo
Buena	La señalética se encuentra en buen estado: la condición del tablero es excelente, leyenda y soporte. Excelente reflectividad. Se ajustan al diseño recomendado en las INEN.	
Regular	Cuando el tablero o soporte en mal estado pero se puede leer la leyenda.	
Mala u Obstaculizada	No se puede leer la leyenda, soportes y tablero en mal estado. Sin reflectividad. No se ajustan a las INEN. Obstaculizada por vegetación o por afiches publicitarios.	

Fuente: (Zúñiga, 2013)

La señalización horizontal se califica en base a las condiciones en las que se encuentre su pintura sobre la calzada.

**Tabla 3-2:** Descripción de la evaluación del estado de señalética horizontal

Estado	Descripción	Ejemplo
Buena	La pintura está adherida a la superficie y posee reflectividad que por la noche ayuda a los conductores a distinguir las líneas centrales y de bordes.	
Regular o Borrosa	La pintura está desgastada por manchas de huellas de vehículos, pero las rayas por la noche poseen reflexividad funcional y ayuda a los conductores a mantener el control del vehículo dentro de la carretera.	
Mala	La pintura está desgastada, no tiene reflectividad y no es una marca funcional, o en su defecto ya no existe ninguna marca.	

Fuente: (Zúñiga, 2013)

### 2.2.10 Señales de Tránsito

Se define como señales de tránsito son aquellos signos que están presente en las vías para que las personas y los vehículos puedan transitar, estos dos actores deben acatar las mismas para no ocurra algún siniestro vial.

Las señales de tránsito se clasifican en señales horizontales y verticales.



### 2.2.10.1 Señalización Horizontal

La señalización horizontal es un elemento necesario para salvaguardar la seguridad en el tránsito, esta señalización se emplea para regular, advertir y guiar a los usuarios de la vía, son muy necesarias para dar instrucciones a los conductores.

Constituye un elemento de mucha importancia en el tránsito vehicular y peatonal, porque su función es regular la circulación, guiar a los usuarios o advertirlos de peligros que existan en las vías “Pueden utilizarse solas y/o junto a otros dispositivos de señalización. En algunas situaciones, son el único y/o más eficaz dispositivo para comunicar instrucciones a los conductores”. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012, pág. 5)

Deben satisfacer las siguientes condiciones mínimas para cumplir su objetivo:

- Debe ser necesaria,
- Debe infundir respeto,
- Debe ser legible y fácil de entender,
- Debe dar tiempo suficiente al usuario para reaccionar adecuadamente,
- Debe cumplir con la normativa INEN en cuanto a colores, materiales, medidas etc.
- Debe ser creíble.

#### a) Líneas Longitudinales

Las líneas longitudinales son aquellas que se utilizan para definir carriles y calzadas; señalan zonas con o sin prohibición de adelantar, zonas con prohibición de estacionar; para fijar carriles el uso exclusivo de determinados tipos de vehículos, para advertir una aproximación al paso cebra.

#### b) Líneas transversales

Las líneas transversales se usan especialmente en cruces para indicar el lugar antes del cual los vehículos deben detenerse para señalar sendas destinadas al cruce de peatones o de bicicletas.

#### c) Símbolos y leyendas

Estos símbolos y leyendas se emplean tanto para guiar y advertir al usuario como para regular la circulación. Se incluye en este tipo de señalización, flechas, triángulos ceda el paso y leyendas tales como pare, bus, carril exclusivo, solo trole, taxis, parada de bus, entre otros.

#### 2.2.10.2 *Señalización vertical*

La señalización vertical es aquella estructura fijadas o en postes sobre la vía, con el objetivo de prevenir al usuario acerca de algún riesgo y guiarlo hacia su destino, además también se emplean para restringir o prohibir el uso de vía.

##### a) Regulatorias

(Código R). Las señales regulatorias son aquellas que regulan el movimiento del tránsito e indican cuando se aplica un requerimiento legal, la falta del cumplimiento de sus instrucciones constituye una infracción de tránsito.

##### b) Preventivas

(Código P). Las señales preventivas son las que advierten a los usuarios de las vías, sobre condiciones inesperadas o peligrosas en la vía o sectores adyacentes a la misma.

##### c) Informativas

(Código I). Su función es informar a los usuarios de la vía de las direcciones, distancias, destinos rutas, ubicación de servicios y puntos de interés turístico.

##### d) Delineadoras

(Código D). Son aquellas que delinear al tránsito que se aproximan a un lugar con cambio brusco (ancho, altura y dirección) de la vía, o la presencia de una obstrucción en la misma.

#### **2.2.11 *Semaforización***

Los semáforos son dispositivos electrónicos automáticos para controlar el tránsito de peatones y vehículos en las vías, estos dispositivos emiten tres tipos de luces rojo, amarillo o ámbar y verde, estas luces indican cuando los conductores y peatones deben detenerse o avanzar, estos colores se utilizan en la semaforización a nivel mundial.

Los semáforos sirven para proteger a los usuarios de la vía, regulando los diferentes flujos vehiculares y peatonales, separando en tiempo y espacio a los varios movimientos de acuerdo a la trayectoria de viaje. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012, pág. 7)

#### 2.2.11.1 *Tipos de semáforos*

##### a) Semáforos vehiculares

Los semáforos vehiculares regulan tránsito de los vehículos, indican cuando en una intersección de alta demanda vehicular los automotores deben detenerse o continuar.

##### b) Semáforos Peatonales

Los semáforos peatonales son aquellos que utilizan con el objetivo de salvaguardar la vida del peatón, su función es que en un periodo de tiempo determinado los volúmenes de transeúntes puedan desplazarse por la vía sin peligro.

#### 2.2.11.2 *Descripción de colores del ciclo semafórico*

##### a) Luz roja

La luz roja en un semáforo indica que los vehículos deberán detenerse por un periodo de tiempo justo antes de llegar a la intersección, a una distancia de dos metros atrás del dispositivo de control o semáforo, deben permanecer parados hasta que cambie el color del ciclo semafórico a verde. Los peatones no deberán cruzar la vía a menos que el semáforo para peatones que es seguro su paso.

##### b) Luz amarilla

La luz amarilla o también conocida como ámbar, su función es advertir a los conductores de los vehículos que están a punto de aparecer la luz roja y que deben detenerse. A los peatones indica que no dispone de tiempo suficiente para cruzar la vía, con excepción de que exista algún semáforo peatonal que indique que pueden cruzar sin peligro.

c) Luz verde

La luz verde en una intersección semaforizada indica que los conductores de los vehículos pueden cruzar la vía, realizar algún giro sin peligro alguno a menos que exista una restricción.

2.2.11.3 *Tipos de movimientos en una intersección semaforizada*

a) Protegido

Se refiere a tener el derecho de paso absoluto sin la necesidad de ceder el paso a otros movimientos conflictivos. El HCM 2000 sostiene que “un movimiento protegido es aquel que se hace sin conflicto, ya sea peatonal, de flujo de bicicletas o flujo vehicular”.

b) Permitido

Es aquel que admite el paso a más de un movimiento vehicular, es decir es necesario cruzar con precaución la intersección, y si es necesario ceder el paso al tráfico opuesto o movimientos peatonales conflictivos.

2.2.11.4 *Requisitos para la instalación de semáforos*

Según (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012) menciona en los requisitos básicos para instalar semáforos, que no se debe instalar semáforos a menos que cumpla uno o más de los requisitos de los que se señala más adelante y que esta información se debe obtener mediante estudios de ingeniería de tránsito. En el caso de que no se cumpla los requisitos estipulados, no se debe poner en operación un semáforo, ni se debe continuar en operación uno que ya haya sido instalado. Los factores que influyen para que se deba proveer un semáforo a una intersección son los siguientes:

a) Volúmenes vehiculares

Se aplica este requisito cuando los volúmenes de tránsito son la razón principal para considerar la instalación de semáforos. Este se cumple si en 4 horas para los controladores vehiculares y 8 horas para los controladores de tiempo fijo en un día laborable se dan los siguientes volúmenes de tránsito.

**Tabla 4-2:** Volúmenes vehiculares para instalación de semáforos

N° de carriles en cada acceso		Vehículos por hora en la vía mayor (volumen total ambas direcciones)	Vehículos por hora acceso de mayor volumen de la vía menor (una sola dirección)
Vía Mayor	Vía Menor		
1	1	500	150
2 o más	1	600	150
2 o más	2 o más	600	200
1	2 o más	500	200

Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012)

Los volúmenes de la vía mayor y menor son para las mismas 4 u 8 horas del estudio, durante las cuales, la dirección del volumen más grande en la vía menor puede ser un acceso por varias horas y en el acceso opuesto durante otras horas.

Cuando la velocidad de circulación segura de la vía mayor exceda de 55 km/h; o cuando la intersección objeto del estudio esté dentro del límite urbano de una población aislada con una cantidad menor de 10.000 de habitantes, el requisito de volumen vehicular mínimo es de 75% de los requisitos detallados anteriormente. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012)

b) Acceso a vías principales

Este aplica cuando el volumen de tránsito en la vía mayor es tal, que el tránsito de la vía menor sufre demoras innecesarias o riesgos al entrar o cruzar la vía mayor. Este requisito se cumple cuando durante 4 u 8 horas de un día laborable, los volúmenes de tránsito exceden a los mostrados y la instalación de semáforos no interrumpe seriamente el tránsito; y si no existen otras intersecciones semaforizadas cercanas las cuales pueden ser utilizadas por el tránsito de la vía menor.

**Tabla 5-2:** Acceso a vías principales para instalación de semáforos

N° de carriles en cada acceso		Vehículos por hora en la vía mayor (volumen total ambas direcciones)	Vehículos por hora acceso de mayor volumen de la vía menor (una sola dirección)
Vía Mayor	Vía Menor		
1	1	750	75
2 o más	1	900	75
2 o más	2 o más	750	100
1	2 o más	750	100

Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012)

c) Cruces peatonales escolares

Según el Instituto Ecuatoriano de Normalización (2012) se cumple con este requisito cuando en cruces utilizados en su mayoría por escolares, por cada dos horas de un día típico de asistencia a clases existen los siguientes volúmenes de tránsito.

- El volumen vehicular en la mayor excede de 600 veh/h (total ambas direcciones).
- El volumen peatonal excede de 50 personas por hora que cruzan a través de la vía mayor.

### **2.2.12 Estacionamientos**

El estacionamiento en las calles es apetecido por los usuarios, en atención a que en muchos casos provee una solución asequible y cercana al destino preciso, con mayor razón si es gratuito. Lamentablemente, el espacio ocupado se sustrae de la circulación durante todo el tiempo que dure la detención del vehículo. Ello reduce la capacidad de la vía y puede tornarse crítico en arterias cuyo tránsito es elevado, particularmente en las horas punta. (Bull, 2003)

#### *2.2.12.1 Inventarios de estacionamientos*

Los inventarios de estacionamientos son una de las técnicas más utilizadas para obtener información acerca de la oferta de espacios libres para los vehículos dentro y fuera de la vía y sus características geométricas y de diseño. En la realización de este tipo de inventario se deben tener en cuenta aquellos vehículos que debido al alto tráfico vehicular se ven obligados a permanecer estacionados gran parte del día; esta consideración, junto con la información obtenida en el inventario, facilita el diseño de mecanismos como paraderos o bahías laterales, que ayudan a disminuir las interferencias entre los vehículos que necesitan estacionarse, y aquellos que se encuentran en movimiento dentro de un flujo vehicular. Cuando se trate de estacionamientos dentro de la vía (que tradicionalmente se ubican sobre la vía, adyacente al andén, frente a instalaciones comerciales, edificios de oficinas y viviendas) y fuera de la vía. (Quintero, 2011)

#### *2.2.12.2 Creación de plazas de estacionamiento*

La creación de nuevas plazas de estacionamiento, está enfocado a satisfacer la demanda en las zonas que presenta un alto déficit de espacios de parqueo. Para el cálculo del número de celdas necesarias para cubrir la necesidad, se considera el promedio entre la demanda por uso de suelo y el número de vehículos estacionados en una hora pico; y, al resultado que se obtiene con esta relación se aplica el percentil 85. (Naranjo, Palaguachi, Oleas, & Llamuca, 2019)

La estimación de los espacios de estacionamiento, y la fórmula podría ser una de las guías para estimar la cantidad de espacios de estacionamiento que se implementarán. Se han elaborado cuatro modelos para estimar el número de demanda de estacionamiento. La regresión del modelo lineal múltiple de Eller ha determinado que el estacionamiento y la conducción se han convertido en una herramienta de precisión para estimar el número de espacios de estacionamiento en las estaciones de LRT. Se considera que proporciona parte de la respuesta al antiguo problema de atraer a los usuarios de automóviles al transporte público. (Ortega, Toth, & Tamas, Estimation of parking needs at Light Rail Transit System stations, 2019)

### **2.2.13 Capacidad**

Según HCM (2000), define a la Capacidad como la tasa máxima de flujo que puede soportar una carretera, en otras palabras, es el número máximo de vehículos que puede adecuar una vía durante un intervalo de tiempo dado, cumpliendo con las condiciones y controles de tránsito.

En los diversos estudios de capacidad se considera un intervalo de tiempo de quince minutos, ya que se considera que éste es el intervalo más corto en el cual puede presentarse un flujo estable.

Este volumen obtenido en los quince minutos es convertido a tasa de flujo horaria, es decir que la Capacidad de un sistema vial, es la tasa máxima horaria.

Es necesario conocer que en una vial o autopista existen dos tipos de circulación que son continua y discontinua.

#### *2.2.13.1 Circulación continua*

En la circulación continua no existe la presencia de dispositivos o señales de control que de una manera u otra interfieran en la circulación, obligando a frenar al conductor.

#### *2.2.13.2 Circulación discontinua*

La circulación discontinua cuenta con estas señales de tránsito que interrumpen el flujo vehicular en la vía.

Al realizar un estudio para el análisis de capacidad, el objetivo principal de este es determinar el número máximo de vehículos que puede soportar una vía durante un periodo de tiempo definido.

Mediante el análisis de capacidad de una vía, también podemos determinar el nivel de servicio, este se refiere a la calidad del flujo vehicular en una vía.

## 2.2.14 Nivel de Servicio

### 2.2.14.1 Intersección semaforizada

El nivel de servicio de una intersección con semáforos se define a través de las demoras, las cuales representan para el usuario una medida del tiempo perdido de viaje, del consumo de combustible, de la comodidad y de la frustración.

Específicamente, el nivel de servicio se expresa en términos de la demora media por vehículos debida a las detenciones para un periodo de análisis de 1 minuto, considerando como periodo de máxima demanda. (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007)

En la siguiente tabla se presentan los seis niveles de servicio en una intersección semaforizada.

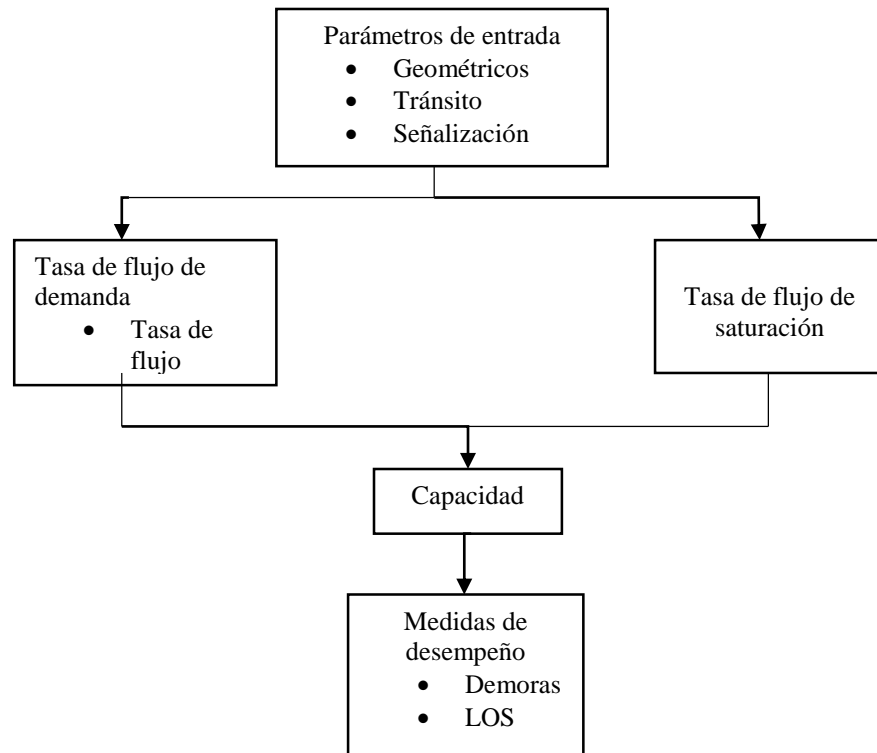
**Tabla 6-2:** Niveles de Servicio de una Intersección Semaforizada

Nivel de Servicio	Demora por control (Segundo//Vehículo)	Descripción
A	$\leq 10$	Operación con demoras muy bajas, menores de 10 segundos por vehículos.
B	>10-20	Operación con demoras entre 10 y 20 segundos por vehículos.
C	>20-35	Operación con demoras entre 20 y 35 segundos por vehículos. La progresión del tránsito es regular y algunos ciclos empiezan a malograrse
D	>35-55	Operación con demoras entre 35 y 55 segundos por vehículo.
E	>55-80	Operación con demoras entre 55y 80 segundos por vehículo.
F	>80	Operación con demoras superiores a los 80 segundos por vehículo. Los flujos de la llegada exceden la capacidad de los accesos de la intersección, lo que ocasiona congestionamiento y operación saturada.

**Fuente:** (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007)

El HCM 2000 presenta la metodología para el análisis de las intersecciones semaforizadas, a continuación.





**Figura 1-2:** Metodología para el análisis de intersecciones con semáforos  
Fuente: (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007)

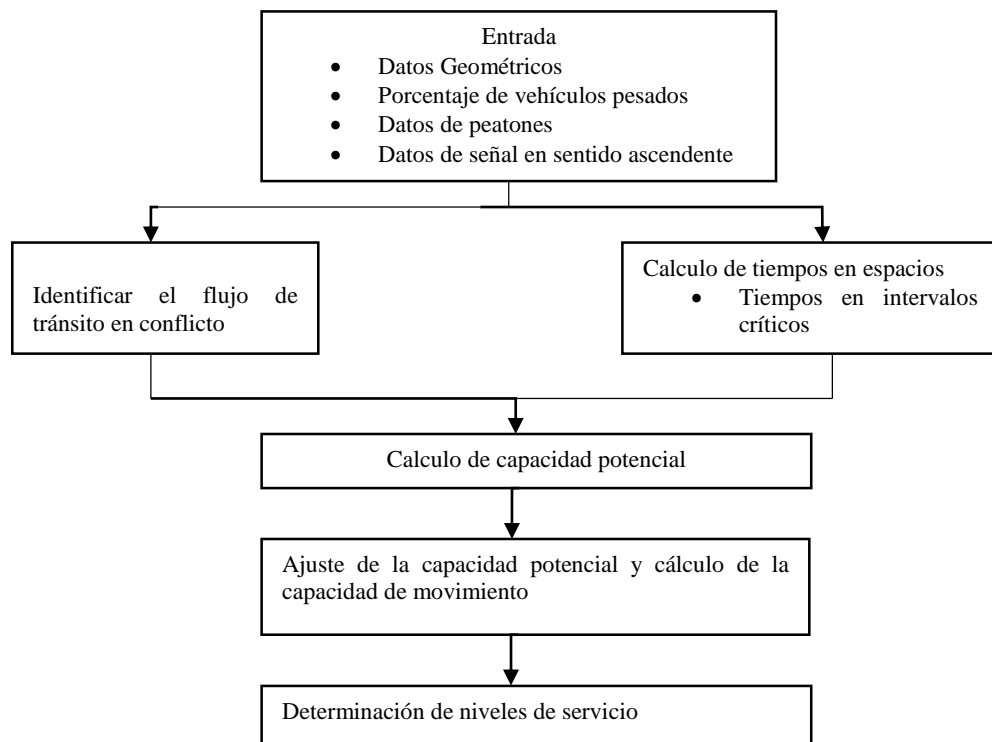
Según la metodología del (Transportation Research Board, 2000) se requiere obtener información de campo, esto realizarse a través de cinco módulos, que deben ser llenados en orden secuencial para obtener el análisis adecuado, a continuación, se detalla la metodología.

- **Módulo de entrada:** En este primer paso se define toda la información necesaria sobre la que estarán basados los cálculos siguientes. El módulo incluye todos los datos precisos de la geometría de la intersección, los volúmenes, condiciones del tráfico y la semaforización.
- **Módulo de ajuste de volúmenes:** Los volúmenes de la demanda vienen dados, en general, en vehículos por hora para una hora punta. El módulo de ajuste de volúmenes convierte estos en intensidades en un período de análisis de 15 min. (tasa de flujo) y tiene en cuenta los efectos de reparto por carril. Dentro de este módulo también se definen los grupos de carriles a analizar.
- **Módulo de intensidades de saturación:** Se obtiene la intensidad de saturación de cada uno de los grupos de carriles definidos para el análisis.
- **Módulo de análisis de capacidad:** A partir de la tasa de flujo o intensidad ajustada y las intensidades de saturación, se calcula la capacidad y las relaciones Intensidad – Capacidad ( $I/Cap$ ) de cada grupo de carriles y la relación  $I/Cap$  de la intersección como un todo.

- **Módulo de nivel de servicio:** Se determina la demora de tiempo parado por vehículo, para cada uno de los grupos de carriles definidos, asignando el nivel de servicio en cada acceso y para la intersección en general.

#### 2.2.14.2 Intersección sin semáforo

Según (Transportation Research Board, 2000), la metodología para este tipo de intersecciones, el flujo de tránsito debe ser identificado. Algunas corrientes deben tener prioridad absoluta, mientras que otras deben ceder el paso a aquellas que tienen mayor tránsito (Figura 2).



**Figura 2-2:** Metodología para el análisis de intersecciones sin semáforos  
Fuente: (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007)

**Tabla 7-2:** Nivel de servicio deficiente de una intersección no semaforizada

<b>Nivel de Servicio</b>	<b>Descripción</b>
A	Este nivel de servicio presenta características como un tránsito fluido y con un rango mínimo de demoras para el usuario dando facilidad en la movilidad y/o circulación vehicular.
U	Es el más ineficiente ya que se caracteriza por excesivas colas en las intersecciones, mayores tiempos de viaje; este tipo de nivel de servicio se muestra por lo general en las intersecciones no semaforizadas.

Fuente: (Synchro, 2015)

### **2.2.15 Programa de Simulación de Tránsito Synchro**

En el libro Ingeniería de tránsito se especifica la existencia diversos programas para el análisis, evaluación y optimización de redes viales, entre ellos el programa de simulación SYNCHRO, uno de los más utilizados a nivel mundial, para su efecto utiliza la metodología HCM 2000. (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007)

#### **2.2.15.1 Ventajas del Programa Synchro**

Este programa es de utilizado por instituciones y organismos a nivel internacional, por las grandes ventajas que el Synchro posee. A continuación, se detalla las características que tiene el simulador:

- Synchro es completamente interactivo, automatiza resultados (cuando se cambian los valores de entrada), es de fácil interpretación de las situaciones y posee una interfaz sencilla para entradas de datos y resultados fácilmente visualizados.
- Optimización de longitudes de ciclo y repartos de tiempos de verde por fase, eliminando la necesidad de realizar múltiples ensayos de planes y de tiempos en búsqueda de la solución óptima.
- Generación de planes de tiempo óptimo en menos tiempo que cualquier otro programa.
- Interacción, de tal manera, que cuando se efectúan cambios en los datos de entrada, los resultados se actualizan automáticamente.
- Aplicación en redes hasta de 300 intersecciones con bastante éxito, pudiéndoles desagregar redes mayores para luego unir las.
- Simulación y evaluación del comportamiento mezclado de intersecciones sin semáforo y con semáforos, ofreciendo el análisis y resultados de ambas en una misma plataforma de estudio, bajo el mismo formato.
- Análisis de la capacidad y nivel de servicio de las intersecciones que conforman una red vial.

- Simulación de las condiciones de tráfico existentes en una red vial contando con una variedad de parámetros ligados a un reporte gráfico que permite valorar de manera directa que tan aproximados son los resultados de los datos de campo.
- Importación de la cartografía a escala de la zona de estudio, que puede ser utilizada como mapa de fondo, de tal manera que la determinación de distancias y configuración de redes y subredes es totalmente amigable y fácil de construir.

Gracias a que el programa de simulación Synchro trabaja bajo la metodología del HCM 2000 se puede obtener diversas variables que miden el nivel en que se encuentra en una red vial. (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007)

## **2.3 Marco conceptual**

### **2.3.1 Aforos**

Se conoce como aforo a la actividad de contar los diferentes tipos de vehículos y peatones que pasan por un tramo en una carretera en un tiempo determinado (Gómez, 2004).

### **2.3.2 Avenida**

Una avenida es una vía de tránsito automotor de gran importancia urbana. Comúnmente tiene por lo menos cuatro canales de circulación, e intersecciones a nivel; da acceso a terrenos y edificaciones laterales y tiene facilidades peatonales. (Velázquez, 2009)

### **2.3.3 Calle**

La calle es una vía urbana de tránsito público que incluye toda zona comprendida entre linderos frontales de la propiedad, cuyos extremos comunican con otras calles o avenidas. (Velázquez, 2009)

### **2.3.4 Calzada**

Es el área de la vía que es considerada únicamente para la circulación vehicular. (Asamblea Nacional de la República de Nicaragua, 2003)

### **2.3.5 Capacidad vial**

La capacidad vial es el número máximo de vehículos que puede soportar una vía en un tiempo determinado, bajo condiciones prevalecientes. (Transportation Research Board, 2000)

### **2.3.6 Ciclo semafórico**

“Tiempo necesario para que se dé una sucesión completa de indicaciones en los semáforos conectados a un regulador.” (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012)

### **2.3.7 Carril**

Banda longitudinal en que puede estar subdividida la calzada, delimitada o no por marcas viales longitudinales, siempre que tenga una anchura determinada y suficiente para permitir la circulación de una fila de automóviles que no sean motocicletas. (Asamblea Nacional de la República de Nicaragua, 2003)

### **2.3.8 Congestión vial**

La congestión vial es el estado en que prevalece la vía si la introducción de un vehículo en un flujo de tránsito aumenta el tiempo de circulación de los demás en el cual medida que aumenta el tránsito, se reducen cada vez más las velocidades de circulación. (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2001)

### **2.3.9 Factor de hora de máxima demanda**

El factor de hora de máxima demanda (FHMD), es un indicador de las características del flujo de tránsito en periodos máximos, indica la forma en el que están distribuidos los flujos dentro de la hora, el máximo valor es la unidad, cuando el resultado del factor es menor que las unidades indican concentraciones de flujos máximos en periodos cortos de la hora.

### **2.3.10 Fase semafórica**

La fase semafórica es parte del ciclo que permiten un movimiento particular o combinación de movimientos no conflictivos durante uno o más intervalos. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012)

### **2.3.11 Grado de saturación**

El grado de saturación es la relación que existe entre el volumen y capacidad, cuando el flujo vehicular y la capacidad son iguales el grado de saturación es 1, cuando este aumenta indica un exceso de vehículos en la vía, gracias a este factor podemos determinar el comportamiento del tránsito existente en la vía.

### **2.3.12 Infraestructura vial**

La infraestructura vial es el medio a través del cual se le otorga conectividad terrestre al país para el transporte de personas y de carga, permitiendo realizar actividades productivas, de servicios, de distracción y turísticas.

### **2.3.13 Intersección**

Las intersecciones son puntos en que se cruzan dos o más vías. Regularmente, son las intersecciones las que definen la capacidad de las vías, ya que por constituir puntos comunes a dos o más de ellas, deben dar paso alternado a movimientos conflictivos, lo que significa una disponibilidad menor de tiempo que en los tramos rectos o arcos. De ahí que las intersecciones se congestionen primero y, en definitiva, pasen a ser cuellos de botella o restricciones operacionales para el conjunto. Por ello, las intervenciones sobre las intersecciones tienen un gran potencial de beneficios para la fluidez del tránsito. (Bull, 2003, pág. 51)

### **2.3.14 Planificación del transporte**

“La planificación del transporte consiste en la gestión, control, previsión del suministro y operación de los medios de transporte”, con el fin de proveer un servicio que garantice una adecuada accesibilidad a todas las personas. (Villa, Ortega, & Cevallos, 2016)

### **2.3.15 Movilidad**

Se le llama movilidad al conjunto de desplazamientos que se realizan en un espacio físico, donde se incluyen los transportes privados y públicos, así como de personas y mercancías.

### **2.3.16 *Semáforo***

Un semáforo es una estructura o dispositivo eléctrico, diseñado para sincronizar dos o más procesos de apoyo para la regulación y control del tránsito, de modo que la movilidad de personas y vehículos se realice de forma ordenada y sin conflictos. (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007)

### **2.3.17 *Tasa de Flujo***

Se define como tasa de flujo a la frecuencia con la que pasan los vehículos, durante un tiempo específico menor a una hora. (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007)

### **2.3.18 *Tasa de Flujo de Saturación***

La tasa del flujo de saturación se define como la tasa máxima del flujo, en un acceso o grupo de carriles, que pueden pasar a través de una intersección bajo condiciones prevalecientes de tránsito y de la calle. (Cal y Mayor & Cárdenas, 2007, pág. 415)

### **2.3.19 *Tránsito***

El tránsito es el volumen de circulación de los distintos tipos de vehículos en las diferentes vías de circulación. (Asamblea Nacional de la República de Nicaragua, 2003)

### **2.3.20 *Verde efectivo***

El verde efectivo es el tiempo que utilizan los vehículos para cruzar una intersección determinada. (Cal y Mayor & Cárdenas, Ingeniería de Tránsito, 2007, pág. 335)

### **2.3.21 *Vía Mayor***

Es una vía que forma parte de una intersección donde el flujo vehicular es mayor.

### **2.3.22 *Vía Menor***

Es una vía que forma parte de una intersección donde el flujo vehicular es menor.

### **2.3.23 *Volumen de Tránsito***

Se define como volumen de tránsito al número real de automotores que pasan por un tramo de la carretera en un lapso de tiempo determinado. (Gómez, 2004)

### **2.4 Interrogantes de estudio**

La propuesta integral para mejorar la circulación vehicular en el centro urbano del Cantón “La Libertad”, Provincia de Santa Elena permitirá facilitar el tránsito en la zona de estudio.



### CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

Para el desarrollo del trabajo de investigación, como base bibliográfica se tomará el libro de Ingeniería de Tránsito de los autores Cal y Mayor & Cárdenas, mismo que hace referencia al planteamiento de metodologías para el análisis de los indicadores para la evaluación del tránsito, mediante la aplicación del Manual de Capacidad de Carreteras o por sus siglas en inglés HCM, además se consideró importantes indicaciones enmarcadas en la Norma para Estudios Viales establecida por el MTOP.

A continuación, se detalla paso a paso el proceso para plasmar los objetivos en la elaboración del trabajo de investigación.

#### **Primer paso:** Información Teórica

Para el desarrollo del trabajo de investigación es necesario guiarse de investigaciones, libros, revistas científicas, fuentes que avalen técnicas, procedimientos, herramientas que sean de apoyo para que el investigador pueda recolectar información que se necesaria y oportuna para desarrollar la investigación.

#### **Segundo paso:** Elaboración de Herramientas para la recolección de información

Para la recolección de información se elaboraron las siguientes herramientas necesarias para el levantamiento de información en el campo, entre ellas:

Ficha para la recolección de información del estado de la infraestructura vial (Anexo 7)

Fichas de conteos vehiculares (Anexo 12)

#### **Tercer paso:** Recolección de información de campo

En este paso se definirá el área de estudio en la cual se enmarcará la investigación. Misma que estará enmarcada dentro de la zona urbana del Cantón “La Libertad”.

Para la recolección de información se empleará conteos manuales de volúmenes de tránsito en intersecciones consideradas estratégicas dentro del área de estudio. Los datos a ser levantados estarán relacionados con el tipo de vehículo y su movimiento en la intersección durante dos

días, siendo un día entre semana (miércoles) y uno el fin de semana (sábado), en un lapso de tiempo de doce horas por día, en periodos de tiempo de 15 minutos.

Será necesario recolectar datos complementarios, como: información de la infraestructura vial, medidas geométricas, estado de la capa de rodadura, señales de tránsito, estacionamientos. En general las condiciones y características que poseen las calles de las intersecciones del área de estudio, ésta información es necesaria para procesarla en el programa Synchro, con el fin de simular el comportamiento del tránsito vehicular. Las calles que conforman las intersecciones del área de estudio, fueron analizadas por tramos para optimizar la interpretación de los datos.

Conocer el estado de la infraestructura de las vías urbanas, es primordial para evaluar las variables operacionales que influyen en la determinación de la capacidad y nivel de servicio vial, tales como densidad y velocidad. Una vía en mal estado influye en el comportamiento de los vehículos, por ejemplo, en una vía la existencia de baches afecta la velocidad del conductor causando que este realice maniobras inesperadas y como consecuencias demoras, colas de espera, etc.

#### **Cuarto paso:** Tabulación y análisis de los datos

Para el procesamiento y análisis de la información se utilizará como herramienta la aplicación Excel para tabular los resultados, mediante gráficas en barras para un mejor entendimiento y su respectivo análisis.

Otra herramienta que permite evaluar la situación actual del área de estudio, es el programa de simulación de tránsito Synchro, a través del ingreso de datos de los conteos vehiculares y características de las calles, permite simular a tiempo real el comportamiento del flujo vehicular.

## **Quinto paso:** Elaboración de la Propuesta

En base a los datos analizados y posterior conocimiento de la situación actual del área de estudio se elaborará una propuesta integral que permita mitigar la problemática descrita en el capítulo 1.

### **3.1 Enfoque de investigación**

El enfoque de investigación es mixto puesto que emplearán técnicas e instrumentos, combinación de variables y encuestas para determinar los resultados que permitan modelar una propuesta de circulación vehicular eficiente.

### **3.2 Nivel de investigación**

#### **3.2.1 *Descriptiva***

Para (Arias, 2006) la investigación descriptiva se basa en la determinación de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de éste tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere.

Este tipo de investigación es necesaria en la ejecución del estudio dentro de la fase de recolección de información para establecer la situación actual del transporte en el cantón “La Libertad”, para su posterior interpretación y descripción de la relación existente entre las variables de estudio.

#### **3.2.2 *Explicativa***

Para (Arias, 2006) la investigación explicativa se encarga de buscar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto. En este sentido, los estudios explicativos pueden ocuparse tanto de la determinación de las causas (investigación post facto), como de los efectos (investigación experimental), mediante la prueba de hipótesis. Sus resultados y conclusiones constituyen el nivel más profundo de conocimientos.

Este tipo de investigación se empleará, ya que la misma se encarga de buscar el porqué de los hechos, mediante el establecimiento de relaciones causa- efecto, respondiendo a las grandes preguntas del por qué y cómo del evento a estudiar. Una explicación de esta índole no amerita

necesariamente una verificación. Su método es a través de la observación, descripción y comparación.

### **3.3 Diseño de investigación**

El diseño de investigación será No Experimental, debido a que no se utilizará ningún laboratorio para el desarrollo de la investigación. (Arias, 2006)

### **3.4 Tipo de estudio**

#### **3.4.1 *Investigación Bibliográfica***

Para el desarrollo de este estudio es primordial tener de referencia fuentes bibliográficas que sea guía y apoyo para ampliar nuestra investigación e información requerida, estas fuentes pueden ser de revistas científicas, libros, investigaciones, entre otros.

#### **3.4.2 *Investigación de campo***

Para (Arias, 2006) la investigación de campo es aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variables algunas, es decir, el investigador obtiene la información, pero no altera las condiciones existentes. De allí su carácter de investigación no experimental.

Se utilizará este tipo de investigación para la comprobación de la hipótesis de trabajo, en donde se levantarán datos y hechos a través de diversas fuentes, por lo cual se tendrá contacto directo con el objeto de estudio para obtener información de primera fuente, útil y necesaria para encontrar los elementos correctos para solucionar el problema del trabajo de investigación.

### **3.5 Población y muestra**

El tema de estudio engloba a los diferentes tipos de vehículos que circulan dentro del centro urbano del Cantón “La Libertad”. Para su desarrollo también es necesario conocer el volumen de tránsito y sus movimientos (giro derecho, izquierdo, recto). Por ello se realizarán conteos vehiculares durante 12 horas (desde las 6:00 am hasta 18:00 pm) durante un día entre semana y un fin de semana (miércoles 16 y sábado 19 de enero del 2019 respectivamente) según como lo

indica la metodología (Transportation Research Board, 2000), que además aconseja que los conteos vehiculares se deben realizar en periodos de 15 minutos para una mayor eficacia.

La muestra que se tomará para la evaluación de la situación actual del tránsito vehicular en el centro urbano del cantón, será el número de vehículos que transitaron durante la hora de máxima demanda del día miércoles y del día sábado. Esto para simular mediante Synchro y analizar los indicadores que miden el nivel de servicio y capacidad del tramo vial o intersección.

Para la recolección de información de la infraestructura vial se considerará las características y condiciones en las que se encuentren las calles del área de estudio.

### **3.6 Métodos, técnicas e instrumentos de investigación**

#### **3.6.1 Métodos**

##### *3.6.1.1 Método analítico*

Este método se utilizará con la finalidad de comprobar la hipótesis para generar una nueva teoría científica y a su vez permite sustentar la problemática existente en el cantón La Libertad y proponer alternativas de solución.

##### *3.6.1.2 Método Deductivo*

A través de este método se pretende analizar la documentación obtenida, libros, revistas científicas, investigación referente al tema de investigación, decir aquellos estudios que se hayan realizado y tengan similitud con el problema de investigación a estudiar.

##### *3.6.1.3 Método científico*

Este método es caracterizado por poseer un conjunto de pasos para realizar un experimento y de ahí lograr una respuesta o conclusión del mismo, permite recopilar y obtener los fundamentos teóricos requeridos, permitiendo conceptualizar y estructurar el trabajo investigativo en forma lógica.

##### *3.6.1.4 Técnicas*

Las técnicas que se emplearon en el desarrollo del presente trabajo de investigación son:

#### 3.6.1.5 *Conteo volumétrico vehicular*

La tabla de conteo vehicular nos ayudará a registrar de forma detallada los tipos vehículos y movimientos que realizan aquellos que circulan por las intersecciones del centro urbano del cantón a horas determinadas.

#### 3.6.1.6 *Fichas de Observación*

La observación se empleará para recolectar información primaria a través del uso de fichas de observación fundamental para la recolección de información de las características y condiciones de la vía por tramos.

### **3.6.2 Instrumentos**

Los instrumentos a utilizar en el trabajo de investigación son:

#### 3.6.2.1 *Aplicación Excel*

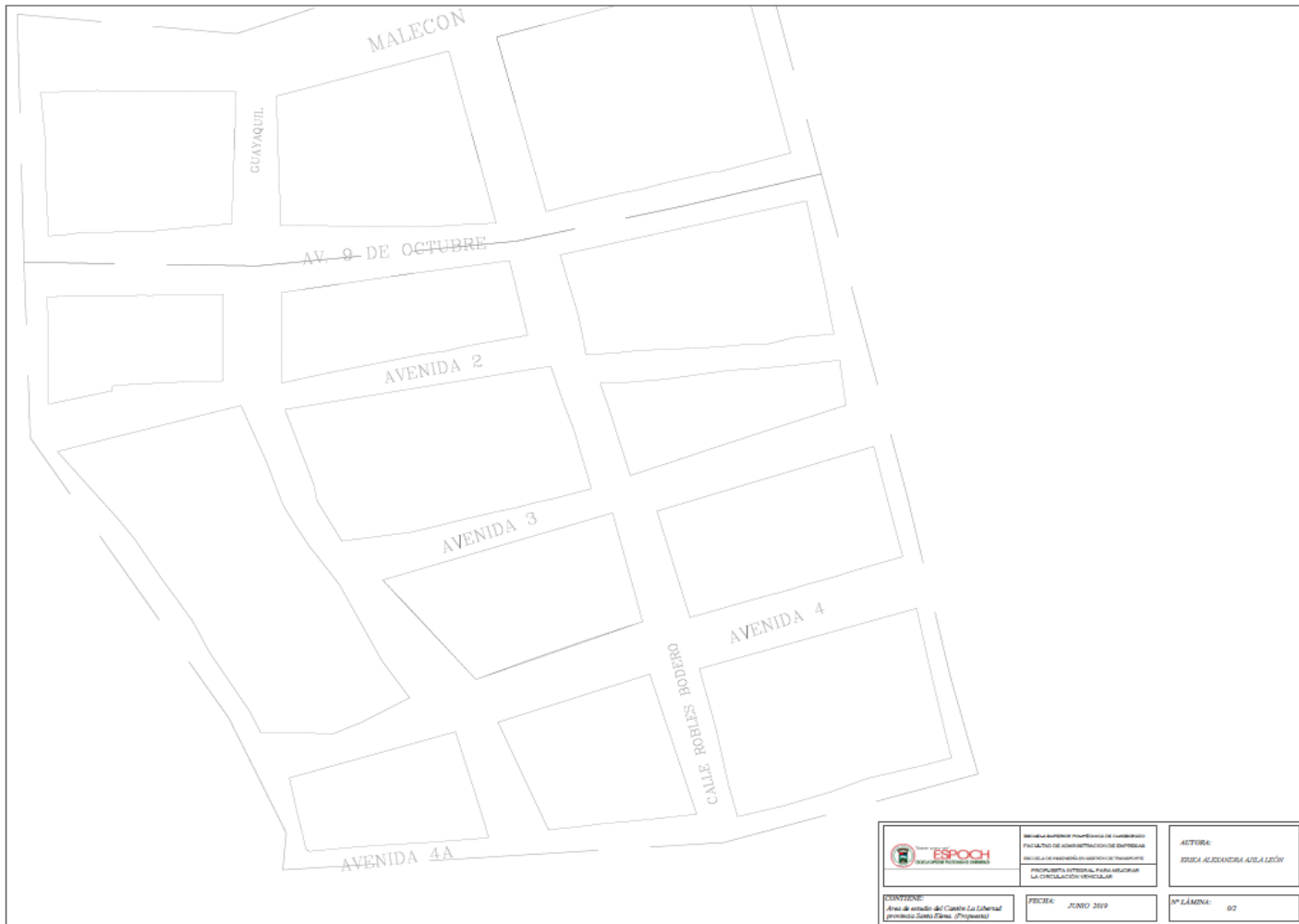
La aplicación Excel ayudará a tabular los datos y a la vez permitirá graficar los resultados arrojados el trabajo de campo, permitiendo realizar un análisis de la situación actual.

#### 3.6.2.2 *Programa de Simulación de Tránsito Synchro*

Este programa es usado a nivel mundial por diversos organismos, se destaca porque permite visualizar y evaluar en tiempo real las condiciones de tránsito en una red vial.

### **3.7 Análisis e interpretación de resultados**

Partiendo de la metodología de investigación en primer lugar se demarcó el área de estudio dentro del Cantón “La Libertad”, misma que limita al Norte con la calle Malecón, al Sur con la Avenida Quinta, al Este por la calle 19 y al Oeste con la calle Salomón Pinargote (Gráfico 3).



**Imagen 1-3:** Área de estudio del cantón “La Libertad”  
 Elaborado por: Ajila, E. 2019

Dentro del centro urbano del cantón “La Libertad” se levantó información de las condiciones y características de la infraestructura vial, en las siguientes calles (Tabla 8).

**Tabla 1-3:** Calles de estudio

Nº	Calles	Sentido de vía	Nº Carriles	Total Carriles
1	Calle Guayaquil	Sur - Norte	2 por sentido	2
2	Calle Robles Bodero	Sur – Norte Norte-Sur	2 por sentido	4
3	Avenida 9 de Octubre	Este-Oeste Oeste-Este	2 por sentido	4
4	Avenida Segunda	Este-Oeste	2 por sentido	2
5	Avenida Tercera	Este-Oeste Oeste-Este	1 por sentido	2
6	Av. Cuarta	Este-Oeste	2 por sentido	2

**Fuente:** Investigación de Campo

**Elaborado por:** Ajila, E. 2019

Una vez delimitada el área de estudio se procedió a realizar conteos vehiculares, para lo cual se establecieron ocho puntos de aforo en las intersecciones que son parte del área de estudio.

Dentro del área de estudio se identificaron si las intersecciones cuentan con semaforización u otro tipo de control (Tabla 9).

**Tabla 2-3:** Intersecciones de conteos vehiculares centro urbano “La Libertad”

Nº	Intersecciones	Tipo de control
1	Av. 9 de Octubre y Guayaquil	Semáforo
2	Av. 9 de Octubre y Calle Robles Bodero	Semáforo
3	Av. Segunda y Calle Guayaquil	Pare
4	Av. Segunda y Calle Robles Bodero	Pare
5	Av. Tercera y Calle Guayaquil	Pare
6	Av. Tercera y Calle Robles Bodero	Pare
7	Av. Cuarta y Calle Guayaquil	Semáforo
8	Av. Cuarta y Calle Robles Bodero	Semáforo

**Fuente:** Investigación de Campo

**Elaborado por:** Ajila, E. 2019

De acuerdo a la información recolectada, cuatro de las ocho intersecciones se encuentra semaforizadas y los restantes están controladas con la señal de tránsito reglamentaria PARE.

Una vez detallada las calles de las intersecciones consideradas como puntos de conteos vehiculares, se procedió al levantamiento de información.



### **3.7.1 Intersección N°1: Avenida 9 de Octubre y Calle Guayaquil**

#### *3.7.1.1 Descripción de Intersección*

Esta intersección está ubicada en la Avenida 9 de Octubre y Calle Guayaquil, consta de 4 brazos con sentido Sur, Norte, Este y Oeste, la misma cuenta con dispositivos de control semafóricos, en el área se encuentran centros comerciales, en la misma se puede evidenciar estacionamientos permitidos en forma de cordón, no posee carriles exclusivos para ningún giro, y existe una parada de bus en la aproximación al brazo este. Ésta intersección está habilitada para realizar diez movimientos, debido a sus giros derechos e izquierdos.

#### *3.7.1.2 Conteo Vehicular*

Del levantamiento de información se identificó el volumen de hora de máxima demanda por cada intersección, diferenciando un día entre semana (miércoles) y un fin de semana (sábado).

En base al conteo vehicular realizado durante estos dos días, se identificó que el día sábado la afluencia de vehículos en las vías es mayor a diferencia del día miércoles, es por ello que para la evaluación de las intersecciones se debe tomar como referencia la hora de máxima demanda del conteo realizado día sábado 16 de enero del 2019. Cuya duración fue de doce horas desde las 06:00 am hasta la 18:00 pm, se obtuvieron los siguientes resultados (Tabla 10).

Comportamiento vehicular de la intersección N°1 el día sábado, 19 de enero del 2018.

**Tabla 3-3:** Volumen vehículos por brazo y giro Intersección N°1

Volumen de vehículos mixtos por giro en intersección n°1										
Brazo	A (este)		B(oeste)		C(sur)		D (norte)			Total
Giro	R	GI	R	GI	GD	GI	R	GD	GI	
06:00-07:00	147	107	299	80	202	324	132	122	215	1628
07:00-08:00	211	170	110	105	196	132	213	270	257	1664
08:00-09:00	344	170	68	108	326	109	186	291	253	1855
09:00-10:00	419	156	116	105	145	382	87	98	321	1829
10:00-11:00	494	161	388	104	212	285	80	121	89	1934
11:00-12:00	122	185	279	94	137	176	166	240	127	1526
12:00-13:00	296	180	327	97	124	334	150	139	95	1742
13:00-14:00	217	176	132	86	177	362	157	179	206	1692
14:00-15:00	98	97	109	67	98	91	124	219	263	1166
15:00-16:00	369	183	277	76	262	144	164	77	79	1631
16:00-17:00	112	164	79	88	136	382	177	369	268	1775
17:00-18:00	217	97	243	87	161	234	203	293	270	1805

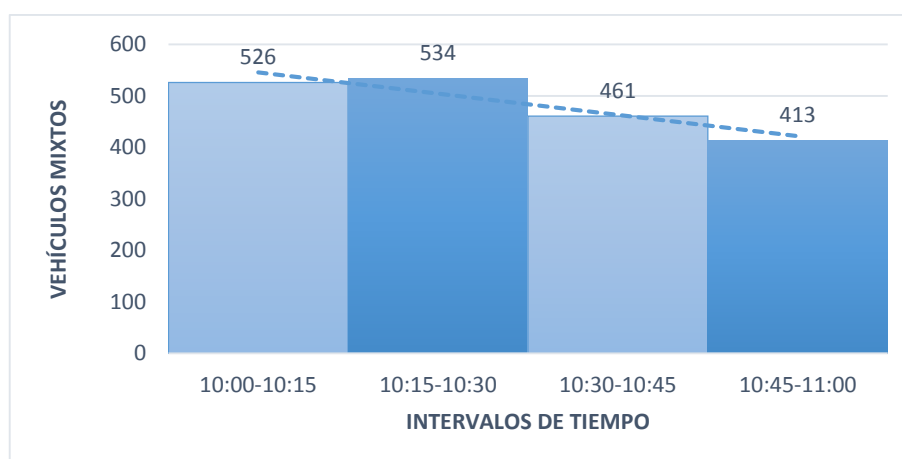
Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Ajila, E. 2019

La hora de máxima demanda fue durante las 10:00 am a 11:00 am con un total de 1.934 vehículos, el mayor número de vehículos fue durante las horas consideradas como horas pico; la hora con menor demanda vehicular fue durante las 14:00 pm a 15:00 pm con un total de 1.166 vehículos.

### 3.7.1.3 Variación del volumen vehicular en la Hora de Máxima Demanda

De los resultados obtenidos se determinó la variación del volumen vehicular en la hora de máxima demanda en periodos del 15 min, día sábado (Gráfico 4).

**Gráfico 1-3:** Volumen vehicular en HMD Intersección N°1

Elaborado por: Ajila, E. 2019

En función de los conteos vehiculares fue necesario realizar el siguiente cálculo el cual va a permitir obtener el factor de hora de máxima demanda, el FHMD es un indicador que muestra cómo están divididos los flujos vehiculares dentro de la hora de máxima demanda en intervalos de tiempo de 15 minutos.

**Tabla 4-3:** Factor de Hora de Máxima demanda Intersección N°1

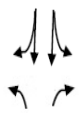
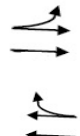
	VHMD	1934
	Q 15MIN	534
$FHMD = \frac{VHMD}{4(Q\ 15MIN)}$	FHMD	0,91

Elaborado por: Ajila, E. 2019

El FHMD en la intersección N°1 el fin de semana es de 0.91, la relación entre el volumen total de la hora de máxima demanda es de 1.934 vehículos y el volumen máximo en los intervalos de 15 minutos es de 534 vehículos, lo que indica que existe una distribución uniforme del flujo vehicular en periodos de 15 min dentro de la HMD.

3.7.1.4 *Diagrama de fases*

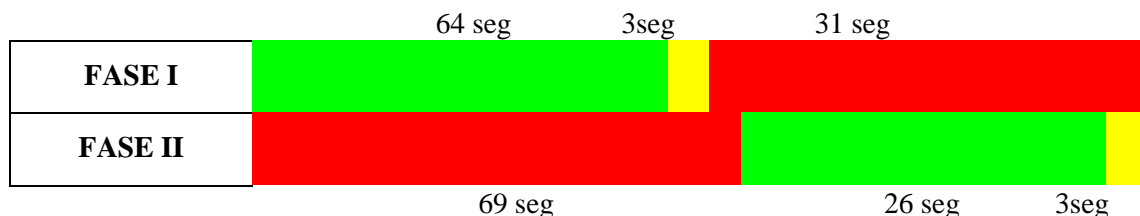
**Tabla 5-3:** Diagrama de fases de la Intersección N°1

Fases		φ1	φ2
Diagrama de fases			
Duración del ciclo		98 (1min 38 seg)	
Tiempo	Verde	64	26
	Ámbar	3	3
	Rojo	31	69

Fuente: Departamento de Tránsito GAD “La Libertad”

Elaborado por: Ajila, E. 2019

3.7.1.5 *Diagrama de semaforización*



**Imagen 2-3:** Diagrama de semaforización de la Intersección N° 1





Elaborado por: Ajila, E. 2019

En base al levantamiento de información se determinó que en la intersección N°1 el ciclo semafórico tiene una duración de 1 minuto con 38 segundos, en la cual no existen giros protegidos.

### 3.7.1.6 Nivel de Servicio y Capacidad

Los resultados del Nivel de Servicio y Capacidad de la intersección N° 1 obtenidos mediante el programa de simulación de tránsito Synchro se presentan en la (Tabla 13).

**Tabla 6-3:** Nivel de servicio y capacidad de la Intersección N°1

<b>Intersección N1. Av. 9 de Octubre y Calle Guayaquil</b>				
<b>Grupo de Carril</b>				
Volumen vehicular (veh/h)	655	492	577	210
Flujo de Saturación (veh/h)	2232	3083	2938	1409
Tiempo de verde efectivo (s)	64	64	26	26
Tasa de verde efectivo g/C	0,67	0,670	0,240	0,240
Capacidad por grupo de carril (veh/h)	1270	1555	768	411
Grado de saturación para un grupo de carriles, Xi	0.505	0.580	0.970	0.276
Movimiento crítico Yi (veh/h)	0.480	0.260	0.770	0.240
Tiempo perdido por el ciclo, L (s)			7	
Factor de Hora Pico/ (HMD)	0.91	0.91	0.91	0.91
Flujo de Saturación	1900	1900	1900	1900
Relación Volumen/Capacidad	0.520	0.230	0.960	0.687
Grado de Saturación para la intersección, Xc			0.565	
Demora uniforme, dl, (s/veh)				
Demora por acceso	37,1	32,2	49,6	52,1
Nivel de servicio por grupo de carril	D	C	D	D
Capacidad de la intersección			0.699	
Demora de la Intersección			42,75	
Nivel de Servicio de Intersección			D	

**Elaborado por:** Ajila, E. 2019

En el análisis de la intersección N°1 se obtuvo un factor de hora pico de 0.91, con una demora de 42,72 segundos por vehículo, en cuanto a la capacidad un índice de 0.699, lo cual da como resultado un nivel de servicio tipo D.

### 3.7.2 Intersección N°2: Avenida 9 de Octubre y Calle Robles Boderó

#### 3.7.2.1 Descripción de Intersección

Esta intersección está ubicada en la Avenida 9 de Octubre y Calle Robles Boderó, consta de 4 brazos con sentido Norte, Sur, Este y Oeste, la misma cuenta con dispositivos de control semafórico, alrededor alberga centros bancarios y almacenes comerciales, en la misma se puede evidenciar estacionamientos permitidos en forma de cordón, no posee carriles exclusivos para ningún giro, y existe una parada de bus en la aproximación al brazo Este y Oeste. Esta intersección esta habilitada para realizar doce movimientos, debido a sus giros derechos e izquierdos.

#### 3.7.2.2 Conteo Vehicular

Comportamiento vehicular de la intersección N°2 el día sábado, 19 de enero del 2018.

**Tabla 7-3:** Comportamiento vehicular de la intersección N°2

<b>Volumen de vehículos mixtos por giro en intersección n°2</b>													
<b>Brazo</b>	<b>A (este)</b>			<b>B(oeste)</b>			<b>C (sur)</b>			<b>D(norte)</b>			<b>Total</b>
<b>Giro</b>	<b>R</b>	<b>GD</b>	<b>GI</b>	<b>R</b>	<b>GD</b>	<b>GI</b>	<b>R</b>	<b>GD</b>	<b>GI</b>	<b>R</b>	<b>GD</b>	<b>GI</b>	
06:00-07:00	114	96	53	99	109	317	195	88	219	101	113	214	1718
07:00-08:00	215	186	54	214	122	357	178	93	141	140	73	97	1870
08:00-09:00	266	164	48	347	125	231	185	95	210	124	101	88	1984
09:00-10:00	216	136	44	256	132	126	161	89	217	125	209	135	1846
10:00-11:00	524	196	105	195	121	145	78	167	198	156	99	78	2062
11:00-12:00	218	163	48	127	115	318	91	127	223	157	83	240	1910
12:00-13:00	96	175	53	69	104	311	286	134	267	137	121	159	1912
13:00-14:00	265	158	47	107	122	245	186	101	195	114	119	84	1743
14:00-15:00	114	122	36	292	128	172	167	92	197	133	116	118	1687
15:00-16:00	137	81	39	72	63	98	170	98	86	99	128	126	1197
16:00-17:00	115	150	44	314	128	93	147	104	203	147	113	78	1636
17:00-18:00	173	89	50	118	113	129	282	137	302	145	105	129	1772

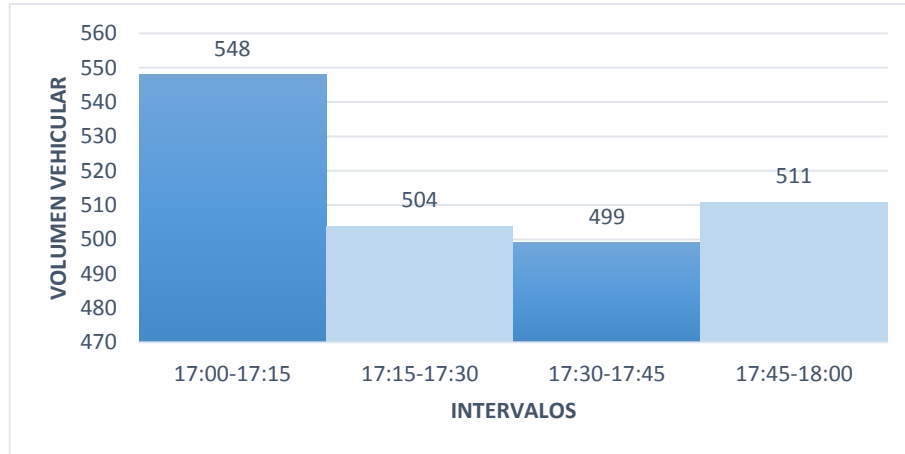
**Fuente:** Investigación de Campo

**Elaborado por:** Ajila, E. 2019

La hora de máxima demanda fue durante las 10:00 am a 11:00 am con un total de 2.062 vehículos, el mayor número de vehículos fue durante las horas consideradas como horas pico; la hora con menor demanda vehicular fue durante las 15:00 pm a 16:00 pm con un total de 1.197 vehículos.

### 3.7.2.3 Variación del volumen vehicular en la Hora de Máxima Demanda

De los resultados obtenidos se determinó la variación del volumen vehicular en la hora de máxima demanda en periodos del 15 min, día sábado (Gráfico 2).



**Gráfico 2-3:** Volumen vehicular en HMD Intersección N°2  
Elaborado por: Ajila, E. 2019

En función de los conteos vehiculares fue necesario realizar el siguiente cálculo el cual va a permitir obtener el factor de hora de máxima demanda.

**Tabla 8-3:** Factor de Hora de Máxima demanda Intersección N°2

	VHMD	2062
FHMD= $\frac{VHMD}{4(Q\ 15MIN)}$	Q 15MIN	548
	FHMD	0,94



Elaborado por: Ajila, E. 2019

El FHMD en la intersección N°2 entre semana es de 0.94, la relación entre el volumen total de la hora de máxima demanda es de 2.062 vehículos y el volumen máximo en los intervalos de 15 minutos es de 548 vehículos, lo que indica que existe una distribución uniforme del flujo vehicular en periodos de 15 min dentro de la HMD.

### 3.7.2.4 Diagrama de fases

La Intersección N°2 ubicada Av. 9 de Octubre y Calle Robles Bodero cuenta con un dispositivo de semaforización.

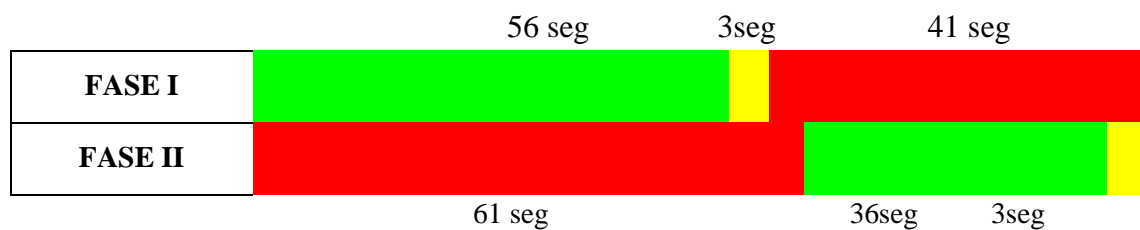
**Tabla 9-3:** Diagrama de fases de la Intersección N°2

Fases		φ1	φ2
Diagrama de fases			
Duración del ciclo		100 (1min 40 seg)	
Tiempo	Verde	56	36
	Ámbar	3	3
	Rojo	41	73

**Fuente:** Departamento de Tránsito GAD “La Libertad”

**Elaborado por:** Ajila, E. 2019

### 3.7.2.5 Diagrama de semaforización



**Imagen 3-3:** Diagrama de semaforización de la Intersección N° 2





**Elaborado por:** Ajila, E. 2019

En base al levantamiento de información se determinó que en la intersección N°2 el ciclo semafórico tiene una duración de 1 minuto con 40 segundos, en la cual no existen giros protegidos.

### 3.7.2.6 Nivel de Servicio y Capacidad

Los resultados del Nivel de Servicio y Capacidad de la intersección N° 2 obtenidos mediante el programa de simulación de tránsito Synchro se presentan en la (Tabla 17).

**Tabla 10-3:** Nivel de servicio y capacidad de la Intersección N°2

<b>Intersección N2. Av. 9 de Octubre y Calle Robles Bodero</b>				
<b>Grupo de Carril</b>				
Volumen vehicular (veh/h)	825	461	443	33
Flujo de Saturación (veh/h)	1458	2014	2750	1083
Tiempo de verde efectivo (s)	56	56	36	36
Tasa de verde efectivo g/C	0,570	0,570	0,350	0,350
Capacidad por grupo de carril (veh/h)	1001	1502	482	436
Grado de saturación para un grupo de carriles, Xi	0.645	0.130	0.130	0.275
Movimiento crítico Yi (veh/h)	0.368	0.260	0.070	0.240
Tiempo perdido por el ciclo, L (s)			12	
Factor de Hora Pico/ (HMD)	0.94	0.94	0.94	0.94
Flujo de Saturación	1900	1900	1900	1900
Relación Volumen/Capacidad	0.550	0.440	0.590	0.420
Grado de Saturación para la intersección, Xc			0.625	
Demora uniforme, dl, (s/veh)				
Demora por acceso	26,7	34,19	32,8	29,1
Nivel de servicio por grupo de carril	C	C	C	C
Capacidad de la intersección			0.736	
Demora de la Intersección			30,69	
Nivel de Servicio de Intersección			C	

**Elaborado por:** Ajila, E. 2019

En el análisis de la intersección N°2 se obtuvo un factor de hora pico de 0.94, con una demora de 30,69 segundos por vehículo, en cuanto a la capacidad un índice de 0.736, lo cual da como resultado un nivel de servicio tipo C.

### **3.7.3 Intersección N°3: Avenida Segunda y Calle Guayaquil**

#### **3.7.3.1 Descripción de Intersección**

Esta intersección está ubicada en la Avenida Segunda y Calle Guayaquil, consta de 4 brazos con sentido Sur a Norte y de Este a Oeste, la misma cuenta con una señal de control de tránsito PARE en la Avenida Segunda, alrededor alberga locales comerciales, en la misma se puede evidenciar estacionamientos permitidos en forma de cordón, no posee carriles exclusivos para



ningún giro, y existe una parada de bus en la aproximación al brazo Sur. Esta intersección esta habilidad para realizar cuatro movimientos por sus giros derecho e izquierdo en sus brazos.

### 3.7.3.2 *Conteo Vehicular*

Comportamiento vehicular de la intersección N°3 el día sábado, 19 de enero del 2018.

**Tabla 11-3: Volumen vehículos por brazo y giro Intersección N°3**  
**Volumen de vehículos mixtos por giro en intersección n°3**

<b>Brazo</b>	<b>A (este)</b>		<b>B (sur)</b>		<b>Total</b>
	<b>R</b>	<b>GI</b>	<b>R</b>	<b>GD</b>	
06:00-07:00	95	178	345	87	705
07:00-08:00	143	168	235	108	654
08:00-09:00	129	145	342	122	738
09:00-10:00	192	200	168	121	681
10:00-11:00	189	211	365	88	853
11:00-12:00	138	181	165	101	585
12:00-13:00	150	173	215	99	637
13:00-14:00	126	99	128	99	452
14:00-15:00	104	139	78	89	410
15:00-16:00	131	172	374	93	770
16:00-17:00	144	156	241	110	651
17:00-18:00	178	188	312	109	787

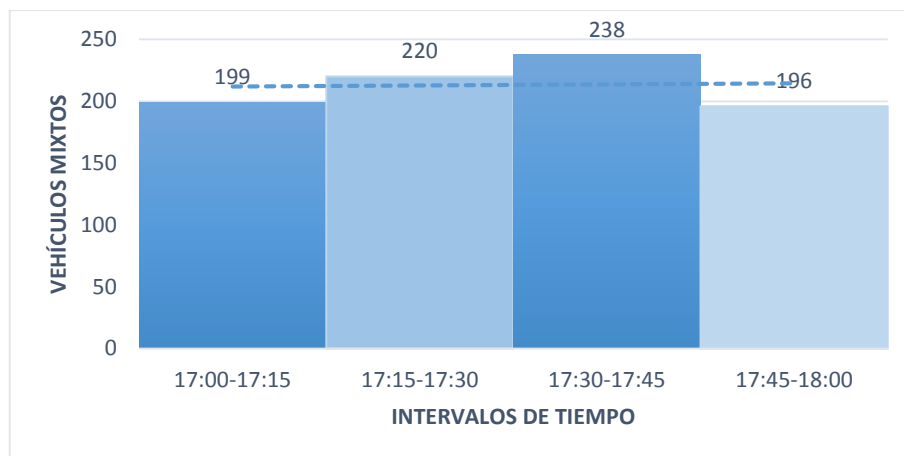
**Fuente:** Investigación de Campo

**Elaborado por:** Ajila, E. 2019

La hora de máxima demanda fue durante las 10:00 am a 11:00 am con un total de 853 vehículos, el mayor número de vehículos fue durante las horas consideradas como horas pico; la hora con menor demanda vehicular fue durante las 14:00 pm a 15:00 pm con un total de 410 vehículos.

### 3.7.3.3 *Variación del volumen vehicular en la hora de máxima demanda*

De los resultados obtenidos se determinó la variación del volumen vehicular en la hora de máxima demanda en periodos del 15 min, día sábado (Gráfico 3).



**Gráfico 3-3:** Volumen vehicular en HMD Intersección N°3  
 Elaborado por: Ajila, E. 2019

En función de los conteos vehiculares fue necesario realizar el siguiente cálculo el cual va a permitir obtener el factor de hora de máxima demanda.

**Tabla 12-3:** Factor de Hora de Máxima demanda Intersección N°3

	VHMD	853
$FHMD = \frac{VHMD}{4(Q_{15MIN})}$	Q 15MIN	238
	FHMD	0,90





Elaborado por: Ajila, E. 2019

El FHMD en la intersección N°3 el fin de semana es de 0.90, la relación entre el volumen total de la hora de máxima demanda es de 853 vehículos y el volumen máximo en los intervalos de 15 minutos es de 238 vehículos, lo que indica que existe una distribución uniforme del flujo vehicular en periodos de 15 min dentro de la HMD.

#### 3.7.3.4 Nivel de servicio y capacidad

Los resultados del Nivel de Servicio y Capacidad de la intersección N°3 obtenidos mediante el programa de simulación de tránsito Synchro se presentan en la (Tabla 20).

**Tabla 13-3:** Nivel de servicio y capacidad de la Intersección N°3

<b>Intersección N3. Av. Segunda y Calle Guayaquil</b>				
<b>Grupo de Carril</b>				
Volumen vehicular (veh/h)	400	0	0	453
Flujo de Saturación (veh/h)	3447	0	3539	3437
Factor de Hora Pico/ (HMD)	0.90	0.90	0.90	0.90
Flujo de Saturación	1900	1900	1900	1900
Señal de control	Pare	Libre	Libre	Libre
Capacidad de la intersección	0.313			
Nivel de Servicio de Intersección	U			

Elaborado por: Ajila, E. 2019

En el análisis de la intersección N°3 se obtuvo un factor de hora pico de 0.92 en cada brazo, en cuanto a la capacidad un índice de 0.313, lo cual da como resultado un nivel de servicio tipo U de toda la intersección.

### **3.7.4 Intersección N°4: Avenida Segunda y Calle Robles Boderó**

#### *3.7.4.1 Descripción de intersección*

Esta intersección está ubicada en la Avenida Segunda y Calle Robles Boderó, consta de 4 brazos con sentido de Sur a Norte y de Este a Oeste, la misma cuenta con una señal de control de tránsito PARE, alrededor alberga locales comerciales y entidades bancarias, en la misma se puede evidenciar estacionamientos permitidos en forma de cordón, no posee carriles exclusivos para ningún giro, y existe una parada de bus en la aproximación al brazo Sur. Esta intersección esta habilitada para realizar cinco movimientos por sus giros derechos e izquierdos en sus brazos.

#### *3.7.4.2 Conteo Vehicular*

Comportamiento vehicular de la intersección N°4 el día sábado, 19 de enero del 2018.

**Tabla 14-3: Volumen vehículos por brazo y giro Intersección N°4**  
**Volumen de vehículos mixtos por giro en intersección n°4**

Brazo	A (este)			B(sur)		C (norte)		TOTAL
	R	GI	GD	R	GI	R	GD	
06:00-07:00	114	83	138	389	54	555	136	1469
07:00-08:00	118	85	143	127	52	278	144	947
08:00-09:00	126	92	150	199	58	312	143	1080
09:00-10:00	111	79	132	245	59	189	155	970
10:00-11:00	78	67	133	370	87	365	138	1238
11:00-12:00	93	122	132	231	64	136	157	935
12:00-13:00	125	89	151	215	54	342	142	1118
13:00-14:00	114	82	136	231	54	254	155	1026
14:00-15:00	120	85	140	217	56	153	121	892
15:00-16:00	114	82	136	342	55	213	147	1089
16:00-17:00	99	89	93	98	66	112	97	654
17:00-18:00	145	105	168	156	72	321	139	1106

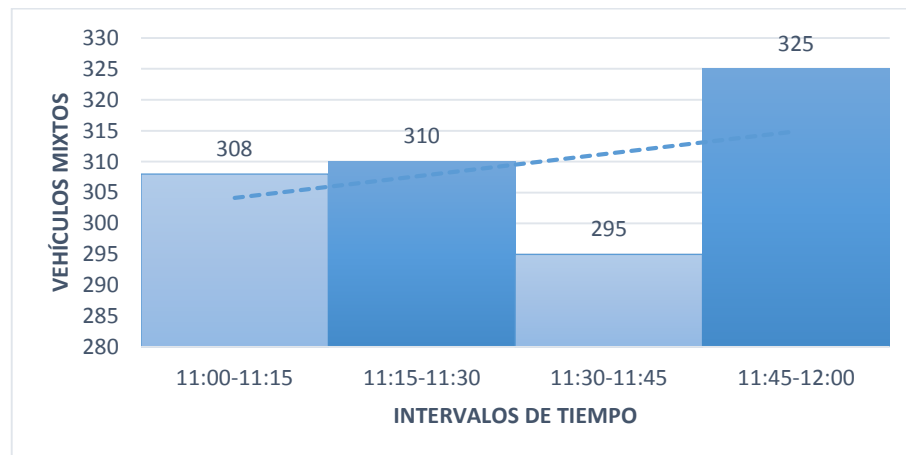
Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Ajila, E. 2019

La hora de máxima demanda fue durante las 10:00 am a 11:00 am con un total de 1.934 vehículos, el mayor número de vehículos fue durante las horas consideradas como horas pico; la hora con menor demanda vehicular fue durante las 14:00 pm a 15:00 pm con un total de 1.166 vehículos.

### 3.7.4.3 Variación del volumen vehicular en la hora de máxima demanda

De los resultados obtenidos se determinó la variación del volumen vehicular en la hora de máxima demanda en periodos del 15 min, día sábado (Gráfico 4).



**Gráfico 4-3: Volumen vehicular en HMD Intersección N°4**

Elaborado por: Ajila, E. 2019

En función de los conteos vehiculares fue necesario realizar el siguiente cálculo el cual va a permitir obtener el factor de hora de máxima demanda.

**Tabla 15-3:** Factor de Hora de Máxima demanda Intersección N°4

$FHMD = \frac{VHMD}{4(Q\ 15MIN)}$	VHMD	1238
	Q 15MIN	325
	FHMD	0,95

Elaborado por: Ajila, E. 2019





El FHMD en la intersección N°4 entre semana es de 0.95, la relación entre el volumen total de la hora de máxima demanda es de 1.238 vehículos y el volumen máximo en los intervalos de 15 minutos es de 325 vehículos, lo que indica que existe una distribución uniforme del flujo vehicular en periodos de 15 min dentro de la HMD.

#### 3.7.4.4 Nivel de Servicio y Capacidad

Los resultados del Nivel de Servicio y Capacidad de la intersección N°4 obtenidos mediante el programa de simulación de tránsito Synchro se presentan en la (Tabla 23).

**Tabla 16-3:** Nivel de servicio y capacidad de la Intersección N°4

**Intersección N4. Av. Segunda y Calle Robles Bodero**

Grupo de Carril				
Volumen vehicular (veh/h)	278	0	503	457
Flujo de Saturación (veh/h)	3245	0	3490	3437
Factor de Hora Pico/ (HMD)	0.95	0.95	0.95	0.95
Flujo de Saturación	1900	1900	1900	1900
Señal de control	Pare	Libre	Libre	Libre
Capacidad de la intersección	0.455			
Nivel de Servicio de Intersección	U			

Elaborado por: Ajila, E. 2019

En el análisis de la intersección N°4 se obtuvo el factor de hora pico de 0.95 en cada brazo, con una capacidad de 0.455 y un nivel de servicio tipo U.

### 3.7.5 Intersección N°5: Avenida Tercera y Calle Guayaquil

#### 3.7.5.1 Descripción de Intersección

Esta intersección está ubicada en la Avenida Tercera y Calle Guayaquil, consta de 4 brazos con sentido Sur, Norte, Este y Oeste, la misma cuenta con una señal de control de tránsito PARE, alrededor alberga centros comerciales, en la misma se puede evidenciar estacionamientos permitidos en forma de cordón, no posee carriles exclusivos para ningún giro, y existe una parada de bus en la aproximación al brazo Este. Esta intersección esta habilidad para realizar diez movimientos por sus giros derechos e izquierdos.

#### 3.7.5.2 Conteo Vehicular

Comportamiento vehicular de la intersección N°5 el día sábado, 19 de enero del 2018.

**Tabla 17-3:** Volumen vehículos por brazo y giro Intersección N°5

Brazo	A (oeste)		B (sur)		Total
	Giro	Gd	R	Gd	
06:00-07:00		99	158	121	378
07:00-08:00		126	112	98	336
08:00-09:00		190	144	79	413
09:00-10:00		241	152	224	617
10:00-11:00		162	289	241	692
11:00-12:00		87	153	437	677
12:00-13:00		158	215	96	469
13:00-14:00		99	144	109	352
14:00-15:00		123	119	189	431
15:00-16:00		133	137	125	395
16:00-17:00		108	184	231	523
17:00-18:00		119	162	156	437

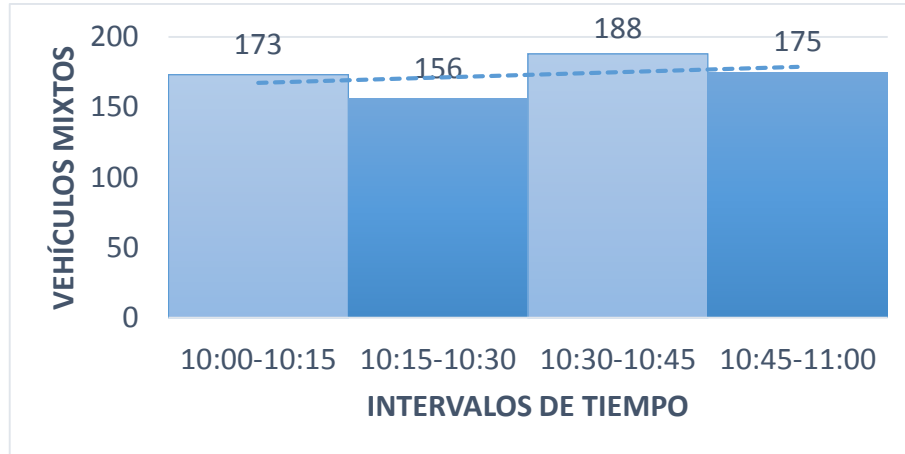
Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Ajila, E. 2019

La hora de máxima demanda fue durante las 10:00 am a 11:00 am con un total de 692 vehículos, el mayor número de vehículos fue durante las horas consideradas como horas pico; la hora con menor demanda vehicular fue durante las 07:00 am a 08:00 am con un total de 336 vehículos.

### 3.7.5.3 Variación del volumen vehicular en la Hora de Máxima Demanda

De los resultados obtenidos se determinó la variación del volumen vehicular en la hora de máxima demanda en periodos del 15 min, día sábado (Gráfico 5).



**Gráfico 5-3:** Volumen vehicular en HMD Intersección N°5  
Elaborado por: Ajila, E. 2019

En función de los conteos vehiculares fue necesario realizar el siguiente cálculo el cual va a permitir obtener el factor de hora de máxima demanda.

**Tabla 18-3:** Factor de Hora de Máxima demanda Intersección N°5

	VHMD	692
$FHMD = \frac{VHMD}{4(Q_{15MIN})}$	Q 15MIN	188
	FHMD	0,92





Elaborado por: Ajila, E. 2019

El FHMD en la intersección N°5 el fin de semana es de 0.92, la relación entre el volumen total de la hora de máxima demanda es de 692 vehículos y el volumen máximo en los intervalos de 15 minutos es de 188 vehículos, lo que indica que existe una distribución uniforme del flujo vehicular en periodos de 15 min dentro de la HMD.

### 3.7.5.4 Nivel de Servicio y Capacidad

Los resultados del Nivel de Servicio y Capacidad de la intersección obtenidos mediante el programa de simulación de tránsito Synchro se presentan en la (Tabla 26).

**Tabla 19-3:** Nivel de servicio y capacidad de la Intersección N°5

<b>Intersección N5. Av. Tercera y Calle Guayaquil</b>				
<b>Grupo de Carril</b>				
Volumen vehicular (veh/h)	0	162	0	530
Flujo de Saturación (veh/h)	0	1611	0	3299
Factor de Hora Pico/ (HMD)	0	0.92	0.92	0.92
Flujo de Saturación	0	1900	1900	1900
Señal de control	-	Pare	Libre	Libre
Capacidad de la intersección				0.324
Nivel de Servicio de Intersección				U

Elaborado por: Ajila, E. 2019

En el análisis de la intersección N°5 se obtuvo un factor de hora pico de 0.95 en cada brazo, con una capacidad de 0.324 y un nivel de servicio tipo U.

### **3.7.6 Intersección N°6: Avenida Tercera y Calle Robles Boderó**

#### **3.7.6.1 Descripción de intersección**

Esta intersección está ubicada en la Avenida Tercera y Calle Guayaquil, consta de 4 brazos con sentido Sur, Norte, Este y Oeste, la misma cuenta con una señal de control de tránsito PARE, alrededor alberga centros comerciales, en la misma se puede evidenciar estacionamientos permitidos en forma de cordón, no posee carriles exclusivos para ningún giro, y existe una parada de bus en la aproximación al brazo Este. Esta intersección esta habilidad para realizar diez movimientos por sus giros derechos e izquierdos.

#### **3.7.6.2 Conteo Vehicular**

Comportamiento vehicular de la intersección N°6 el día sábado, 19 de enero del 2018.



**Tabla 20-3:** Volumen vehículos por brazo y giro Intersección N°6

Volumen de vehículos mixtos por giro en intersección n°6													
Brazo	A (este)			B (oeste)			C (sur)			D(norte)			Total
Giro	R	GD	GI	R	GD	GI	R	GD	GI	R	GD	GI	
06:00-07:00	43	56	64	98	67	59	209	29	122	195	46	35	1023
07:00-08:00	45	60	69	87	55	49	110	48	96	249	62	29	959
08:00-09:00	43	60	72	76	248	58	116	34	115	261	49	51	1183
09:00-10:00	44	59	66	69	46	78	147	26	142	212	39	21	949
10:00-11:00	60	85	96	87	68	85	289	43	166	291	56	32	1358
11:00-12:00	56	67	110	77	76	53	215	41	132	207	69	49	1152
12:00-13:00	39	55	60	43	39	89	176	35	177	198	87	27	1025
13:00-14:00	36	51	59	59	65	77	109	29	87	198	47	45	862
14:00-15:00	31	43	47	54	35	47	112	25	97	126	28	41	686
15:00-16:00	35	49	55	75	38	66	221	31	85	123	231	26	1035
16:00-17:00	49	64	77	74	42	72	178	19	96	199	230	17	1117
17:00-18:00	50	69	76	64	49	88	165	28	102	259	238	23	1211

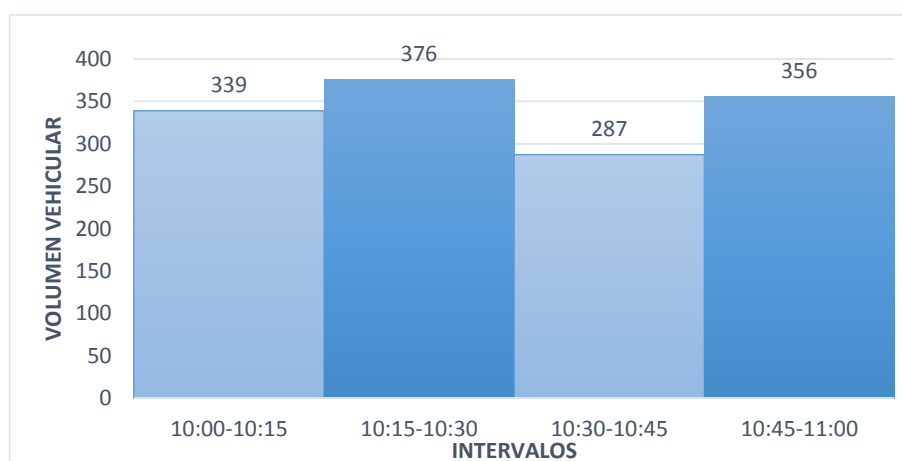
**Fuente:** Investigación de Campo

**Elaborado por:** Ajila, E. 2019

La hora de máxima demanda fue durante las 10:00 am a 11:00 am con un total de 1.358 vehículos, el mayor número de vehículos fue durante las horas consideradas como horas pico; la hora con menor demanda vehicular fue durante las 14:00 pm a 15:00 pm con un total de 686 vehículos.

### 3.7.6.3 Variación del volumen vehicular en la Hora de Máxima Demanda

De los resultados obtenidos se determinó la variación del volumen vehicular en la hora de máxima demanda en periodos del 15 min, día sábado (Gráfico 6).



**Gráfico 6-3:** Volumen vehicular en HMD Intersección N°6

**Elaborado por:** Ajila, E. 2019

En función de los conteos vehiculares fue necesario realizar el siguiente cálculo el cual va a permitir obtener el factor de hora de máxima demanda.

**Tabla 21-3:** Factor de Hora de Máxima demanda Intersección N°6

$FHMD = \frac{VHMD}{4(Q_{15MIN})}$	VHMD	1358
	Q 15MIN	376
	FHMD	0,90

Elaborado por: Ajila, E. 2019





El FHMD en la intersección N°6 el fin semana es de 0.90, la relación entre el volumen total de la hora de máxima demanda es de 1.358 vehículos y el volumen máximo en los intervalos de 15 minutos es de 376 vehículos, lo que indica que existe una distribución uniforme del flujo vehicular en periodos de 15 min dentro de la HMD.

#### 3.7.6.4 Nivel de Servicio y Capacidad

Los resultados del Nivel de Servicio y Capacidad de la intersección obtenidos mediante el programa de simulación de transito Synchro se presentan en la (Tabla 13).

**Tabla 22-3:** Nivel de servicio y capacidad de la Intersección N°6

**Intersección N6. Av. Tercera y Calle Robles Bodero**

Grupo de Carril				
Volumen vehicular (veh/h)	241	240	379	498
Flujo de Saturación (veh/h)	1738	1761	3437	3448
Factor de Hora Pico/ (HMD)	0.90	0.90	0.90	0.90
Flujo de Saturación	1900	1900	1900	1900
Señal de control	Pare	Pare	Libre	Libre
Capacidad de la intersección	0.536			
Nivel de Servicio de Intersección	U			

Elaborado por: Ajila, E. 2019

En el análisis de la intersección N°6 se obtuvo un factor de hora pico de 0.95 en cada brazo, con una capacidad de 0.536, que da como resultado un nivel de servicio tipo U.

### 3.7.7 Intersección N°7: Avenida Cuarta y Calle Guayaquil

#### 3.7.7.1 Descripción de la Intersección

Esta intersección está ubicada en la Avenida Cuarta y Calle Guayaquil, consta de 4 brazos con sentido de Sur a Norte y de Este a Oeste, la misma cuenta con dispositivos de control

semafórico, alrededor alberga centros comerciales y diversos almacenes, en la misma se puede evidenciar estacionamientos permitidos en forma de cordón, no posee carriles exclusivos para ningún giro, y existe una parada de bus en la aproximación al brazo Este. Esta intersección esta habilitada para realizar cuatro movimientos por sus giros derechos e izquierdos.

### 3.7.7.2 *Conteo Vehicular*

Comportamiento vehicular de la intersección N°7 el día sábado, 19 de enero del 2018.

**Tabla 23-3: Volumen vehículos por brazo y giro Intersección N°7**  
**Volumen de vehículos mixtos por giro en intersección n°7**

Brazo	A(este)		B(sur)		Total
	R	GI	R	GD	
06:00-07:00	47	87	204	200	538
07:00-08:00	56	70	253	186	565
08:00-09:00	59	52	214	179	504
09:00-10:00	76	67	312	179	634
10:00-11:00	64	47	365	205	681
11:00-12:00	85	54	467	187	793
12:00-13:00	67	48	367	195	677
13:00-14:00	51	41	234	190	516
14:00-15:00	48	54	326	174	602
15:00-16:00	37	38	157	155	387
16:00-17:00	64	64	256	230	614
17:00-18:00	58	48	301	246	653

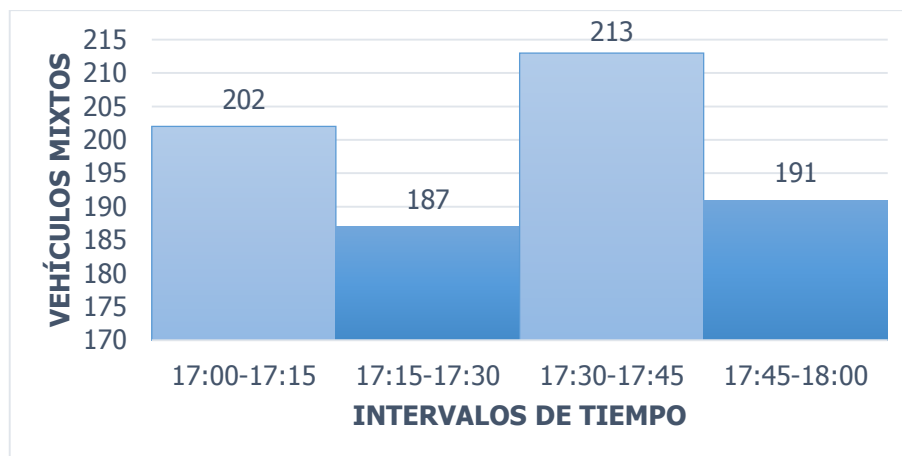
**Fuente:** Investigación de Campo

**Elaborado por:** Ajila, E. 2019

La hora de máxima demanda fue durante las 11:00 am a 12:00 am con un total de 793 vehículos, el mayor número de vehículos fue durante las horas consideradas como horas pico; la hora con menor demanda vehicular fue durante las 15:00 pm a 16:00 pm con un total de 387 vehículos.

### 3.7.7.3 *Variación del volumen vehicular en la Hora de Máxima Demanda*

De los resultados obtenidos se determinó la variación del volumen vehicular en la hora de máxima demanda en periodos del 15 min, día sábado (Gráfico 7).



**Gráfico 7-3:** Volumen vehicular en HMD Intersección N°7  
 Elaborado por: Ajila, E. 2019

En función de los conteos vehiculares fue necesario realizar el siguiente cálculo el cual va a permitir obtener el factor de hora de máxima demanda.

**Tabla 24-3:** Factor de Hora de Máxima demanda Intersección N°7

	VHMD	793
FHMD= $\frac{VHMD}{4(Q_{15MIN})}$	Q 15MIN	213
	FHMD	0,93



Elaborado por: Ajila, E. 2019

El FHMD en la intersección N°7 el fin de semana es de 0.93, la relación entre el volumen total de la hora de máxima demanda es de 793 vehículos y el volumen máximo en los intervalos de 15 minutos es de 213 vehículos, lo que indica que existe una distribución uniforme del flujo vehicular en periodos de 15 min dentro de la HMD.

#### 3.7.7.4 Diagrama de fases

La Intersección N°7 ubicada Av. Cuarta y Calle Guayaquil cuenta con un dispositivo de semaforización.

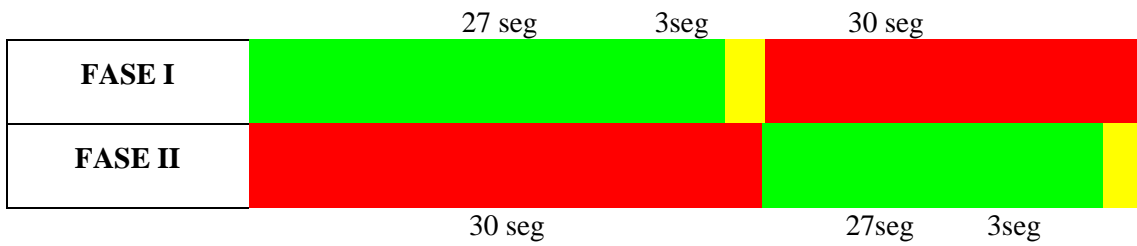
**Tabla 25-3:** Diagrama de fases de la Intersección N°7

Fases	φ1	φ2
Diagrama de fases		
Duración del ciclo	60 (1min)	
Tiempo		
Verde	27	27
Ámbar	3	3
Rojo	30	30

**Fuente:** Departamento de Tránsito GAD “La Libertad”

Elaborado por: Ajila, E. 2019

### 3.7.7.5 Diagrama de semaforización



**Imagen 4-3:** Diagrama de semaforización de la Intersección N° 7



Elaborado por: Ajila, E. 2019

En base al levantamiento de información se determinó que en la intersección N°8 su un ciclo semafórico tiene una duración de 1 minuto, en la cual no existen giros protegidos.

### 3.7.7.6 Nivel de Servicio y Capacidad

Los resultados del Nivel de Servicio y Capacidad de la intersección obtenidos mediante el programa de simulación de tránsito Synchro se presentan en la (Tabla 33).

**Tabla 26-3:** Nivel de servicio y capacidad de la Intersección N°7

Grupo de Carril		
Volumen vehicular (veh/h)	139	654
Flujo de Saturación (veh/h)	708	1121
Tiempo de verde efectivo (s)	27	27
Tasa de verde efectivo g/C	0,440	0,44 0
Capacidad por grupo de carril (veh/h)	1001	1502
Grado de saturación para un grupo de carriles, $X_i$	0.645	0.13 0
Movimiento crítico $Y_i$ (veh/h)	0.368	0.26 0
Tiempo perdido por el ciclo, L (s)		3
Factor de Hora Pico/ (HMD)	0.93	0.93
Flujo de Saturación	1900	1900
Relación Volumen/Capacidad	0.550	0.44 0
Grado de Saturación para la intersección, $X_c$	0.44	0.55 6
Demora por acceso	42,9	52,3
Nivel de servicio por grupo de carril	D	D
Capacidad de la intersección		0.295
Demora de la Intersección		47,6
Nivel de Servicio de Intersección		D

Elaborado por: Ajila, E. 2019

En el análisis de la intersección N°7 se obtuvo un factor de hora pico de 0.93, con una demora de 47,6 segundos por vehículo, en cuanto a la capacidad un índice de 0.295, lo cual da como resultado un nivel de servicio tipo D.

### 3.7.8 Intersección N°8: Avenida Cuarta y Calle Robles Bodero

#### 3.7.8.1 Descripción de Intersección

Esta intersección está ubicada en la Avenida Cuarta y Calle Robles Bodero, consta de 4 brazos con sentido Sur, Norte, Este y Oeste, la misma cuenta con dispositivos de control semafórico, alrededor alberga centros comerciales y entidades bancarias, en la misma se puede evidenciar estacionamientos permitidos en forma de cordón, no posee carriles exclusivos para ningún giro. Esta intersección esta habilitada para realizar nueve movimientos por sus giros derechos e izquierdos en sus brazos.

### 3.7.8.2 *Conteo Vehicular*

Comportamiento vehicular de la intersección N°8 el día sábado, 19 de enero del 2018.

**Tabla 27-3:** Volumen vehículos por brazo y giro Intersección N°8

Volumen de vehículos mixtos por giro en intersección n°8								
Brazo	A(este)			B(sur)		C(norte)		Total
Giro	R	GD	GI	R	GI	R	GD	
06:00-07:00	97	36	62	231	152	276	138	992
07:00-08:00	104	49	72	357	138	317	147	1184
08:00-09:00	100	38	54	254	147	303	126	1022
09:00-10:00	98	47	68	142	170	325	265	1115
10:00-11:00	172	35	65	309	150	317	127	1175
11:00-12:00	109	39	59	254	134	318	198	1111
12:00-13:00	90	53	43	215	154	314	117	986
13:00-14:00	100	28	77	168	126	361	123	983
14:00-15:00	94	31	51	130	126	340	150	922
15:00-16:00	101	36	65	250	131	309	170	1062
16:00-17:00	100	27	76	202	168	321	186	1080
17:00-18:00	114	54	49	242	179	332	98	1068

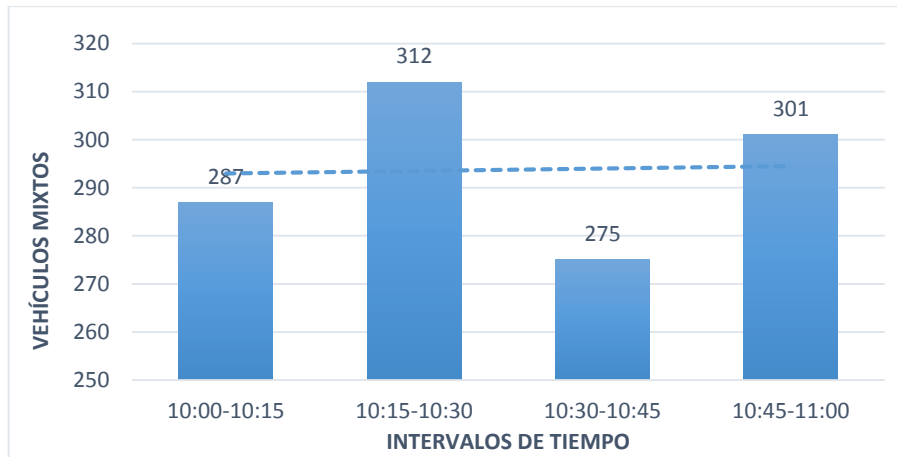
**Fuente:** Investigación de Campo

**Elaborado por:** Ajila, E. 2019

La hora de máxima demanda fue durante las 10:00 am a 11:00 am con un total de 1.175 vehículos, el mayor número de vehículos fue durante las horas consideradas como horas pico; la hora con menor demanda vehicular fue durante las 14:00 pm a 15:00 pm con un total de 922 vehículos.

### 3.7.8.3 *Variación del volumen vehicular en la hora de máxima demanda*

De los resultados obtenidos se determinó la variación del volumen vehicular en la hora de máxima demanda en periodos del 15 min, día sábado (Gráfico 8).



**Gráfico 8-3:** Volumen vehicular en HMD Intersección N°8  
 Elaborado por: Ajila, E. 2019

En función de los conteos vehiculares fue necesario realizar el siguiente cálculo el cual va a permitir obtener el factor de hora de máxima demanda.

**Tabla 28-3:** Factor de Hora de Máxima demanda Intersección N°8

$FHMD = \frac{VHMD}{4(Q\ 15MIN)}$	VHMD	1175
	Q 15MIN	312
	FHMD	0,94

Elaborado por: Ajila, E. 2019

El FHMD en la intersección N°8 fin de semana es de 0.94, la relación entre el volumen total de la hora de máxima demanda es de 1.175 vehículos y el volumen máximo en los intervalos de 15 minutos es de 312 vehículos, lo que indica que existe una distribución uniforme del flujo vehicular en periodos de 15 min dentro de la HMD.

#### 3.7.8.4 Diagrama de fases

La Intersección N°8 ubicada Av. Cuarta y Calle Robles Bodero cuenta con un dispositivo de semaforización, en la tabla siguiente se detalla la información obtenida.

**Tabla 29-3:** Diagrama de fases de la Intersección N°8

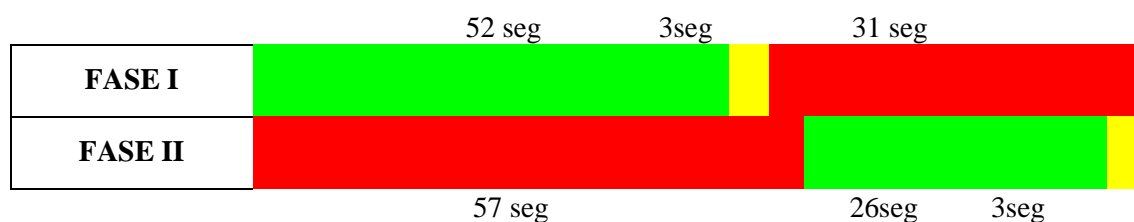
Fases		φ1	φ2
Diagrama de fases			
Duración del ciclo		86 (1min 25 seg)	
Tiempo	Verde	52	26
	Ámbar	3	3
	Rojo	31	57

Fuente: Departamento de Tránsito GAD "La Libertad"

Elaborado por: Ajila, E. 2019



### 3.7.8.5 Diagrama de semaforización



**Imagen 5-3:** Diagrama de semaforización de la Intersección N° 8

Elaborado por: Ajila, E. 2019

En base al levantamiento de información se determinó que en la intersección N°8 su un ciclo semafórico tiene una duración de 1 minuto con 25 segundos, en la cual no existen giros protegidos.

### 3.7.8.6 Nivel de Servicio y Capacidad

Los resultados del Nivel de Servicio y Capacidad de la intersección obtenidos mediante el programa de simulación de tránsito Synchro se presentan en la (Tabla 37).

**Tabla 30-3:** Nivel de servicio y capacidad de la Intersección N°8

Grupo de Carril			
Volumen vehicular (veh/h)	272	127	459
Flujo de Saturación (veh/h)	672	1058	1454
Tiempo de verde efectivo (s)	26	52	52
Tasa de verde efectivo g/C	0,570	0,570	0,350
Capacidad por grupo de carril (veh/h)	1001	1502	482
Grado de saturación para un grupo de carriles, Xi	0.645	0.130	0.130
Movimiento crítico Yi (veh/h)	0.368	0.260	0.070
Tiempo perdido por el ciclo, L (s)		7	
Factor de Hora Pico/ (HMD)	0.94	0.94	0.94
Flujo de Saturación	1900	1900	1900
Relación Volumen/Capacidad	0.550	0.440	0.590
Grado de Saturación para la intersección, Xc		0.625	
Demora por acceso	34,1	18,9	32,9
Nivel de servicio por grupo de carril	C	B	C
Capacidad de la intersección		0.436	
Demora de la Intersección		28,63	
Nivel de Servicio de Intersección		C	

Elaborado por: Ajila, E. 2019

En el análisis de la intersección N°8 se obtuvo un factor de hora pico de 0.94, con una demora de 28,63 segundos por vehículo, en cuanto a la capacidad un índice de 0.6, lo cual da como resultado un nivel de servicio tipo C.

### 3.7.9 *Análisis del tipo de control de tránsito por volumen vehicular*

De acuerdo a los datos obtenidos en la recolección de información, es importante analizar los tipos de control de las intersecciones, si cumple con los requisitos para ser semaforizadas o contar con una señal de tránsito reglamentaria PARE.

En la intersección N°1 a través del conteo vehicular se determinó que el volumen de tránsito vehicular existente cumple con los requerimientos establecidos por la INEN 004:2012. Parte 5, para que ésta intersección cuente con un dispositivo de control semafórico (Tabla 38).

**Tabla 31-3:** Control de tránsito por volumen vehicular de la Intersección N°1

Intersección		N° carriles	Sentido	Volumen vehicular en HMD	Volumen total para análisis
Vía Mayor	Av. 9 de Octubre	2	Este-Oeste	655	1147
		2	Oeste-Este	492	
Vía menor	Calle Guayaquil	2	Sur-Norte	577	787
		2	Noroeste	210	

Elaborado por: Ajila, E. 2019

En la intersección N°2 a través del conteo vehicular se determinó que el volumen de tránsito vehicular existente cumple con los requerimientos establecidos por la INEN 004:2012. Parte 5, para que esta intersección cuente con un dispositivo de control semafórico (Tabla 39).

**Tabla 32-3:** Control de tránsito por volumen vehicular de la Intersección N°2

Intersección		N° carriles	Sentido	Volumen vehicular en HMD	Volumen total para análisis
Vía Mayor	Av. 9 de Octubre	2	Este-Oeste	825	1286
		2	Oeste-Este	461	
Vía menor	Calle Robles	2	Sur-Norte	443	776
	Bodero	2	Norte-Sur	333	

Elaborado por: Ajila, E. 2019

La intersección N°3 cuenta con señal reglamentaria PARE, pero mediante el conteo vehicular se determinó que el volumen de tránsito vehicular existente cumple con los requerimientos establecidos por la INEN 004:2012. Parte 5, para que esta intersección cuente con un

dispositivo de control semafórico, debido a la gran afluencia vehicular que se presenta en sus vías (Tabla 40).

**Tabla 33-3:** Control de tránsito por volumen vehicular de la Intersección N°3

Intersección		N° carriles	Sentido	Volumen vehicular en HMD	Volumen total para análisis
Vía Mayor	Calle Guayaquil	2	Sur-Norte	453	453
Vía menor	Av. Segunda	2	Este-Oeste	400	400

Elaborado por: Ajila, E. 2019

La intersección N°4 cuenta con señal reglamentaria PARE, pero mediante el conteo vehicular se determinó que el volumen de tránsito vehicular existente cumple con los requerimientos establecidos por la INEN 004:2012. Parte 5, para que esta intersección cuente con un dispositivo de control semafórico, debido a la gran afluencia vehicular que se presenta en su vía mayor y menor (Tabla 41).

**Tabla 34-3:** Control de tránsito por volumen vehicular de la Intersección N°4

Intersección		N° carriles	Sentido	Volumen vehicular en HMD	Volumen total para análisis
Vía Mayor	Calle	2	Sur-Norte	457	960
	Robles Bodero	2	Norte-Sur	503	
Vía menor	Av. Segunda	2	Este-Oeste	278	278

Elaborado por: Ajila, E. 2019

La intersección N°5 cuenta con señal reglamentaria PARE, mediante el conteo vehicular se ratificó que el volumen de tránsito vehicular existente cumple con los requerimientos establecidos por la INEN 004:2012. Parte 5, para que esta intersección cuente con dicha señal de tránsito (Tabla 42).

**Tabla 35-3:** Control de tránsito por volumen vehicular de la Intersección N°5

Intersección		N° carriles	Sentido	Volumen vehicular en HMD	Volumen total para análisis
Vía Mayor	Guayaquil	2	Sur-Norte	530	530
Vía menor	Av. Tercera	1	Este-Oeste	162	162

Elaborado por: Ajila, E. 2019

En la intersección N°6 a través del conteo vehicular se determinó que el volumen de tránsito vehicular existente cumple con los requerimientos establecidos por la INEN 004:2012. Parte 5, para que esta intersección cuente con un dispositivo de control semafórico, actualmente ésta intersección cuenta con una señal de tránsito reglamentario PARE (Tabla 43).

**Tabla 36-3:** Control de tránsito por volumen vehicular de la Intersección N°6

Intersección		N° carriles	Sentido	Volumen vehicular en HMD	Volumen total para análisis
Vía Mayor	Calle	2	Sur-Norte	498	877
	Robles Bodero	2	Norte-Sur	379	
Vía menor	Av.	1	Este-Oeste	241	481
	Tercera	1	Oeste- Este	240	

Elaborado por: Ajila, E. 2019

En la intersección N°7 a través del conteo vehicular se determinó que el volumen de tránsito vehicular existente no cumple con los requerimientos establecidos por la INEN 004:2012. Parte 5, para que esta intersección cuente con un dispositivo de control semafórico, es necesario cambiar el tipo de control a un PARE (Tabla 44).

**Tabla 37-3:** Control de tránsito por volumen vehicular de la Intersección N°7

Intersección		N° carriles	Sentido	Volumen vehicular en HMD	Volumen total para análisis
Vía Mayor	Calle	2	Sur-Norte	654	654
	Guayaquil				
Vía menor	Av. Cuarta	2	Este-Oeste	139	139

Elaborado por: Ajila, E. 2019

En la intersección N°8 a través del conteo vehicular se determinó que el volumen de tránsito vehicular existente cumple con los requerimientos establecidos por la INEN 004:2012. Parte 5, para que esta intersección cuente con un dispositivo de control semafórico (Tabla 45).

**Tabla 38-3:** Control de tránsito por volumen vehicular de la Intersección N°8

Intersección		N° carriles	Sentido	Volumen vehicular en HMD	Volumen total para análisis
Vía Mayor	Calle	2	Sur-Norte	444	903
	Robles Bodero	2	Norte-Sur	459	
Vía menor	Av. Cuarta	2	Este-Oeste	272	272

Elaborado por: Ajila, E. 2019

### 3.7.10 Infraestructura Vial

Para el levantamiento de información de la infraestructura vial se utilizó el formulario “Características y Condiciones de la Infraestructura Vial” (Anexo 7).

#### 3.7.10.1 Estado de Calzada

##### a) Calle Guayaquil

La calle Guayaquil es una vía unidireccional, cuenta con 2 carriles y con una longitud de 870 metros dentro del área de estudio. Se identificó el tipo y el daño que se encontró en la calzada (Tabla 46).

**Tabla 39-3:** Análisis del estado de calzada de la calle Guayaquil

Tramo	Tipo de calzada	Ancho de calzada	Distancia	Daño	Longitud del daño
Av. Quinta-Av. Cuarta	Asfalto	7.2 m	190m	Fisura longitudinal	29.97 m
				Bache	18.89m
				Parche	18.80 m
Av. Cuarta-Av. Tercera	Asfalto	7.4 m	180m	Fisura longitudinal	34.65 m
				Bache	29.95m
				Piel de cocodrilo	25.60 m
Av. Tercera--Av. Segunda	Asfalto	7.2 m	200m	Hundimiento	1.90 m
				Bache	32.10 m
				Parche	6.90 m
Av. Segunda -9 de Octubre	Asfalto	7.2 m	140m	Piel de cocodrilo	62.50 m
				Fisura longitudinal	36.89 m
				Bache	33.35m
Av. 9 de Octubre-Calle Malecón	Adoquín	6.6 m	160m	Desprendimiento	1.55m
				Fisura longitudinal	46.72m
<b>TOTAL DAÑO EN CALZADA</b>					<b>389.77 m</b>

Elaborado por: Ajila, E. 2019

De los 870 metros que tiene de longitud la calle Guayaquil dentro del área de estudio, se identificó que 398.77 metros presentan daños en su calzada. Equivalente al 46% del total de la vía en estudio.

b) Calle Robles Bodero

La calle Robles Bodero es bidireccional, cuenta con 4 carriles y con una longitud de 860 metros dentro del área de estudio. Se identificó el tipo y el daño que se encontró en la calzada (Tabla 47).

**Tabla 40-3:** Análisis del estado de calzada de la calle Robles Bodero

<b>Tramo</b>	<b>Tipo de calzada</b>	<b>Ancho de calzada</b>	<b>Distancia</b>	<b>Daño</b>	<b>Longitud del daño</b>
Av. Quinta-Av. Cuarta	Asfalto	14.80 m	200m	Fisura Longitudinal	47.80 m
				Bache	22.30 m
				Desprendimiento	4.90 m
				Hundimiento	1.75 m
Av. Cuarta-Av. Tercera	Asfalto	14.80 m	170m	Parche	17.76 m
				Desprendimiento	2.85 m
				Fisura longitudinal	24.30 m
Av. Tercera-- Av. Segunda	Asfalto	14.80 m	190m	Piel de cocodrilo	47.30 m
				Baches	32.45 m
Av. Segunda -9 de Octubre	Asfalto	14.20 m	120m	Piel de cocodrilo	39.78 m
Av. 9 de Octubre-Calle Malecón	Asfalto	14.00 m	180m	Fisura longitudinal	49.65 m
				Piel de cocodrilo	39.80 m
<b>TOTAL DAÑO EN CALZADA</b>					<b>313.64 m</b>

Elaborado por: Ajila, E. 2019

De los 860 metros que tiene de longitud la calle Robles Bodero dentro del área de estudio, se identificó que 313.64 metros presentan daños en su calzada. Lo que equivale al 36% de total de la vía en estudio.

c) Avenida 9 de Octubre

La Avenida 9 de Octubre es bidireccional, cuenta con 4 carriles y con una longitud de 590 metros dentro del área de estudio. Se identificó el tipo y los daños que se encontraron en la calzada (Tabla 48).

**Tabla 41-3:** Análisis del estado de calzada de la avenida 9 de Octubre

<b>Tramo</b>	<b>Tipo de calzada</b>	<b>Ancho de calzada</b>	<b>Distancia</b>	<b>Daño</b>	<b>Longitud del daño</b>
Calle 19-Guayaquil	Asfalto	16.80 m	190 m	Fisura longitudinal	19.10 m
				Piel de cocodrilo	34.20 m
Guayaquil-Robles Bodero	Asfalto	16.80 m	200m	Parche	8.10 m
				Piel de cocodrilo	29.70 m
Robles Bodero-Salomón	Asfalto	16.80 m	200m	Ahuellamiento	2.60 m
Pinargote				Piel de cocodrilo	36.75 m
<b>TOTAL DAÑO EN CALZADA</b>					130.45 m

Elaborado por: Ajila, E. 2019

De los 590 metros que tiene de longitud la Avenida 9 de Octubre dentro del área de estudio, se identificó que 130.45 metros presentan daños en su calzada. Lo que equivale al 22% de total de la vía en estudio.

d) Avenida Segunda

La Avenida Segunda es unidireccional, cuenta con 2 carriles y con una longitud de 585 metros dentro del área de estudio. Se identificó el tipo y los daños que se encontraron en la calzada (Tabla 49).

**Tabla 42-3:** Análisis del estado de calzada de la avenida Segunda

<b>Tramo</b>	<b>Tipo de calzada</b>	<b>Ancho de calzada</b>	<b>Distancia</b>	<b>Daño</b>	<b>Longitud del daño</b>
Calle 19-Guayaquil	Asfalto	5.70 m	195 m	Hundimiento	3.90m
				Bache	19.25m
Av. Segunda - Guayaquil	Asfalto	6.00 m	200m	Fisura longitudinal	36.95m
				Piel de cocodrilo	49.50 m
Av. Segunda - Robles Bodero	Asfalto	5.80 m	190m	Parche	6.70
				Fisura Longitudinal	47.00 m
<b>TOTAL DAÑO EN CALZADA</b>					164.30 m

Elaborado por: Ajila, E. 2019

De los 585 metros que tiene de longitud la Avenida Segunda dentro del área de estudio, se identificó que 164.30 metros presentan daños en su calzada. Lo que equivale al 28% del total de la vía.

e) Avenida Tercera

La Avenida Tercera es bidireccional, cuenta con 2 carriles y con una longitud de 390 metros dentro del área de estudio. Se identificó el tipo y los daños que se encontraron en la calzada (Tabla 50).

**Tabla 43-3:** Análisis del estado de calzada de la avenida Tercera

<b>Tramo</b>	<b>Tipo de calzada</b>	<b>Ancho de calzada</b>	<b>Distancia</b>	<b>Tipo de Daño</b>	<b>Longitud del daño</b>
Av. Tercera-Guayaquil	Asfalto	6.00 m	200m	Bache	4.60
				Parche	5.76 m
				Piel de cocodrilo	38.40m
				Bache	6.40 m
Av. Tercera-Robles Bodero	Asfalto	5.80 m	190m	Parche	3.20m
				Fisura Longitudinal	28.70 m
				Piel de cocodrilo	8.60 m
				<b>TOTAL DAÑO EN CALZADA</b>	<b>95.66 m</b>

Elaborado por: Ajila, E. 2019

De los 390 metros que tiene de longitud la Avenida Tercera dentro del área de estudio, se identificó que 95.66 metros presentan daños en su calzada por fisura longitudinal. Lo que equivale al 25% del total de daños en la calzada.

f) Avenida Cuarta

La Avenida Cuarta es unidireccional, cuenta con 2 carriles y con una longitud de 535 metros dentro del área de estudio. Se identificó el tipo y los daños que se encontraron en la calzada (Tabla 51).



**Tabla 44-3:** Análisis del estado de calzada de la avenida Cuarta

<b>Tramo</b>	<b>Tipo de calzada</b>	<b>Ancho de calzada</b>	<b>Distancia</b>	<b>Daño</b>	<b>Longitud del daño</b>
Calle 19-Guayaquil	Asfalto	5.70 m	165 m	Bache	6.00 m
Guayaquil-Robles Bodero	Asfalto	6.00 m	180m	Piel de cocodrilo	27.95m
Robles Bodero-Pinargote	Asfalto	5.80 m	190m	Bache Parche Piel de cocodrilo	7.30 m 3.20m 28.20 m
<b>TOTAL DAÑO EN CALZADA</b>					<b>72.65 m</b>

Elaborado por: Ajila, E. 2019

De los 535 metros que tiene de longitud la Avenida Cuarta dentro del área de estudio, se identificó que 72,65 metros presentan daños en su calzada. Lo que equivale al 14% de total de la vía en estudio.

g) Cuadro resumen del estado de calzada

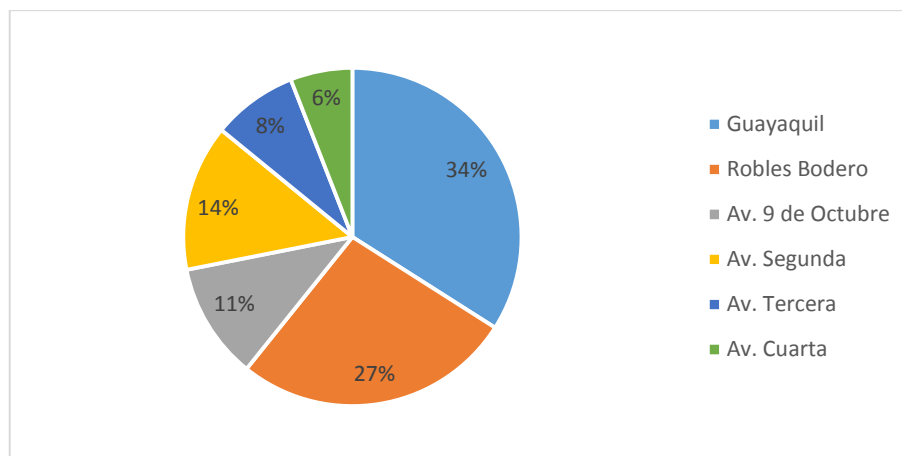
Los daños que se evidenciaron en la recolección de información para identificar el daño en la calzada que existe en el área de estudio (Tabla 52).

**Tabla 45-3:** Resumen del estado de la calzada

<b>Nombre calle</b>	<b>Longitud</b>	<b>Longitud daño</b>
Guayaquil	870 m	398,77 m
Robles Bodero	860m	313,64 m
Av. 9 de Octubre	590 m	130,45 m
Av. Segunda	585 m	164,3 m
Av. Tercera	390 m	95,66 m
Av. Cuarta	535 m	69,65 m
<b>Total</b>	<b>3.830 m</b>	<b>1172,47 m</b>

Elaborado por: Ajila, E. 2019

De los datos obtenidos en la recolección de información se evidencia que 1.172,47 m del total de 3.830 m presentan daños en la calzada, lo que representa el 31% del área de estudio. En el gráfico se presenta el reparto de daños en la calzada por vía en el área de estudio (Gráfico 9).



**Gráfico 9-3:** Porcentaje de daño por vía  
**Elaborado por:** Ajila, E. 2019

Una de las vías que más daños presenta fue la calle Guayaquil con el 34% del área afectada; seguida por la calle Robles Bodero con 27% de daños en la calzada, los daños que más se visualizaron fueron fisuras longitudinales, piel de cocodrilo baches y parches. La Avenida Cuarta presenta buenas condiciones en su calzada, con el 6% fue la vía con menores daños evidenciados.

### 3.7.10.2 Señalización Vertical

Dentro del área de estudio se localizaron un total de 33 señales verticales regulatorias. En las tablas posteriores se detalla los tipos de señales, la cantidad y el estado de cada una, que se encontraron en cada vía del área de estudio.

#### a) Calle Guayaquil

De acuerdo a la recolección de información se detalla la señalética vertical y su estado en la calle Guayaquil (Tabla 53).

**Tabla 46-3:** Señalización vertical de la calle Guayaquil

Señalización	Tipo de señalización	Cantidad	Estado
Vertical	Parada de Bus	2	Regular
	No estacionar	2	Malo
	Una Vía (Derecha)	3	Regular

**Elaborado por:** Ajila, E. 2019

Esta calle contiene 7 señales verticales, se evidenció dos tipos de señales, parada de bus y una vía cuyo estado es regular; y la señal de No estacionar que se presenta en mal estado.

b) Calle Robles Bodero

De acuerdo a la recolección de información se detalla la señalética vertical y su estado en la calle Robles Bodero (Tabla 54).

**Tabla 47-3:** Señalización vertical de la calle Robles Bodero

<b>Señalización</b>	<b>Tipo de señalización</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Estado</b>
Vertical	Parada de Bus	2	Regular
	Doble vía	1	Regular
	Parada de Bus	1	Bueno
	Doble vía	1	Malo

Elaborado por: Ajila, E. 2019

Esta calle, contiene 5 señales verticales, se evidenció que las dos señales de parada de bus presentan un estado regular en sentido norte a sur, además de un doble vía en estado regular; en el sentido de Sur a Norte tiene dos señales cuyo estado es bueno y regular.

c) Avenida 9 de Octubre

De acuerdo a la recolección de información se detalla la señalética existente de la Avenida 9 de Octubre (Tabla 55).

**Tabla 48-3:** Señalización vertical de la Avenida 9 de Octubre

<b>Señalización</b>	<b>Tipo de señalización</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Estado</b>	
Vertical	Este-Oeste	Parada de Bus	2	Regular
	Este-Oeste	Doble vía	2	Regular
	Oeste-Este	Parada de Bus	1	Bueno
	Oeste-Este	Doble vía	2	Malo

Elaborado por: Ajila, E. 2019

Esta calle contiene 7 señales verticales, se evidenció que el estado de la parada de bus y las dos señales doble se encuentran en estado regular, en el sentido Este a Oeste; de Oeste a Este presenta una señal de Parada de bus cuyo estado es bueno y dos señales de doble vía cuyo estado es malo.

d) Avenida Segunda

De acuerdo a la recolección de información se detalla la señalética existente de la Av. Segunda (Tabla 56).

**Tabla 49-3:** Señalización vertical de la Avenida Segunda

Señalización	Tipo de señalización	Cantidad	Estado
Vertical	Parada de Bus	1	Buena
	Pare	2	Regular
	No estacionar	1	Buena
	Una Vía	2	Regular

Elaborado por: Ajila, E. 2019

Se evidenció un total de seis señales verticales, entre esta una señal de parada cuyo estado es bueno, dos señales tipo Pare en estado regular, un No estacionar que presentan buen estado y dos señales una vía en estado regular.

## e) Avenida Tercera

De acuerdo a la recolección de información se detalla la señalética existente de la calle Guayaquil (Tabla 57).

**Tabla 50-3:** Señalización vertical de la Avenida Tercera

Señalización	Sentido	Tipo de señalización	Cantidad	Estado
Vertical	Este-Oeste	Pare	1	Regular
		Doble vía	1	Regular
	Oeste-Este	Pare	2	Mal estado
		Doble vía	1	Regular

Elaborado por: Ajila, E. 2019

En la vía se evidenciaron 5 señaléticas verticales, de sentido Este a Oeste existe un tipo de señal Pare y un Doble vía estos en estado regular; en el sentido Oeste a Este se encuentran dos 2 señales de tránsito Pares en mal estado y una doble vía en estado regular.

## f) Avenida Cuarta

De acuerdo a la recolección de información se detalla la señalética existente de la calle Guayaquil (Tabla 58).

**Tabla 51-3:** Señalización vertical de la Avenida Cuarta

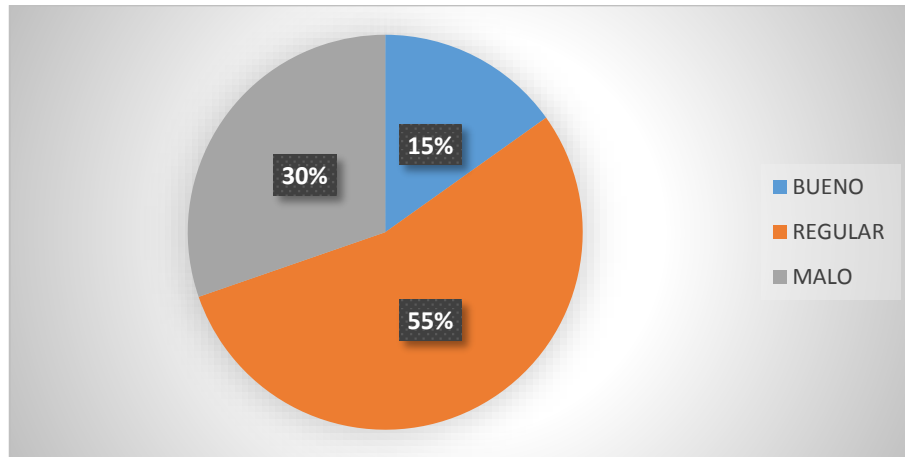
Señalización	Tipo de señalización	Cantidad	Estado
Vertical	Parada de Bus	1	Buena
	Una Vía	2	Regular

Elaborado por: Ajila, E. 2019

En la vía se determinó 3 señaléticas verticales, el tipo de señalización fue parada de bus y su estado era bueno; y 2 señales de una vía de forma regular.

g) Resumen de la señalización vertical

Con los datos obtenidos se evidencia el reparto del estado de la señalética vertical (Gráfico 10).



**Gráfico 10-3:** Estado de la señalética vertical

Elaborado por: Ajila, E. 2019

De acuerdo a la investigación de campo se determinó que el estado de la señalización vertical es regular con un 55%, donde se evidencia el deterioro de las mismas; con un 15% se encuentran en buen estado; el 30% se hallan en mal estado su infraestructura se encuentra deteriorada y sin visibilidad para el conductor.

3.7.10.3 *Señalización Horizontal*

Dentro del área de estudio se identificó varias marcaciones viales. En las tablas posteriores se detallan los tipos de señales, la cantidad y el estado de cada una.

a) Calle Guayaquil

En la (Tabla 59) se expone la señalización horizontal existente y el estado en el que se encuentra.

**Tabla 52-3:** Señalización horizontal de la calle Guayaquil

Señalización	Tipo de señalización	Cantidad	Estado
Horizontal	Línea de separación de carril	870 m	Regular
	Cruce peatonal	64.80m	Regular
	Flecha de direccionamiento de vía	17.60 m	Malo
	Línea de parada de bus	4.32 m	Regular

Elaborado por: Ajila, E. 2019

La señalética horizontal en su mayoría es regular, se evidenció el desgaste en la pintura; las flechas de direccionamiento no se encuentran visibles en esta vía.

b) Calle Robles Bodero

En la (Tabla 60) se expone la señalización horizontal existente y el estado en el que se encuentra.

**Tabla 53-3:** Señalización horizontal de la calle Robles Bodero

<b>Señalización</b>	<b>Tipo de señalización</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Estado</b>
Horizontal	Línea de separación de carril	860 m	Regular
	Cruce peatonal	140.40 m	Regular
	Flecha de direccionamiento de vía	12.6 m	Malo
	Línea de parada de bus	8.64 m	Regular

Elaborado por: Ajila, E. 2019

La señalética horizontal en su mayoría es regular, se evidencia desgaste en su pintura; las flechas de direccionamiento no se encuentran visibles en esta vía.

c) Avenida 9 de Octubre

En (Tabla 61) se expone la señalización horizontal existente y el estado en el que se encuentra.

**Tabla 54-3:** Señalización horizontal de la Avenida 9 de Octubre

<b>Señalización</b>	<b>Tipo de señalización</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Estado</b>
Horizontal	Línea de separación de carril	590 m	Regular
	Cruce peatonal	162 m	Regular
	Flecha de direccionamiento de vía	12.6 m	Regular
	Línea de parada de bus	4.32 m	Regular

Elaborado por: Ajila, E. 2019

La señalética horizontal en su mayoría es regular, se evidencia desgaste en su pintura.

d) Avenida Segunda

En la (Tabla 62) se expone la señalización horizontal existente y el estado en el que se encuentra.

**Tabla 55-3:** Señalización horizontal de la Avenida Segunda

Señalización	Tipo de señalización	Cantidad	Estado
Horizontal	Línea de separación de carril	585 m	Regular
	Cruce peatonal	13.5 m	Malo
	Línea de parada de bus	4.32 m	Regular

Elaborado por: Ajila, E. 2019

La señalética horizontal en su mayoría es regular, se evidencia desgaste en su pintura; las flechas de direccionamiento no se encuentran visibles en esta vía.

e) Avenida Tercera

En la (Tabla 63) se expone la señalización horizontal existente y el estado en el que se encuentra.

**Tabla 56-3:** Señalización horizontal de la Avenida Tercera

Señalización	Tipo de señalización	Cantidad	Estado
Horizontal	Línea de separación del carril	390 m	Buena
	Cruce peatonal	32.40 m	Regular
	Flecha de direccionamiento de vía	4.40 m	Regular

Elaborado por: Ajila, E. 2019

La señalética horizontal en su mayoría es regular, se evidencia desgaste en su pintura; las flechas de direccionamiento no se encuentran visibles en esta vía.

f) Avenida Cuarta

En la siguiente (Tabla 64) se expone la señalización horizontal existente y el estado en el que se encuentra.

**Tabla 57-3:** Señalización horizontal de la Avenida Cuarta

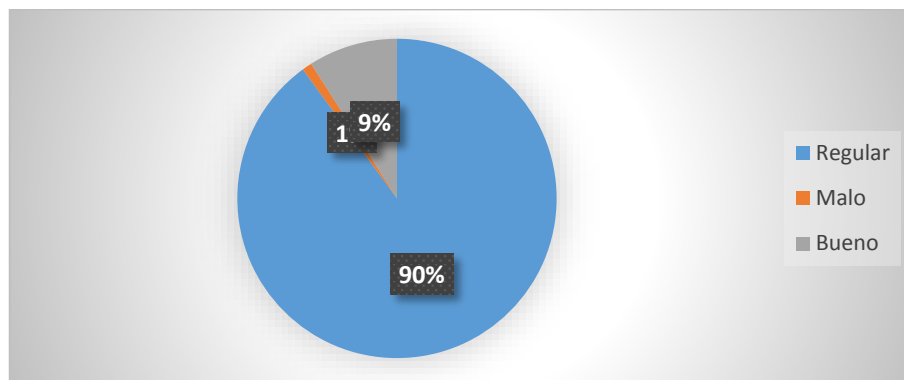
Señalización	Tipo de señalización	Cantidad	Estado
Horizontal	Línea de separación de carril	535 m	Regular
	Cruce peatonal	4.40 m	Regular
	Línea de parada de bus	4.32 m	Regular

Elaborado por: Ajila, E. 2019

La señalética horizontal en su mayoría es regular, se evidencia desgaste en su pintura; las flechas de direccionamiento no se encuentran visibles en esta vía.

g) Resumen de la señalización horizontal

En el área de estudio se evidenció el reparto del estado de la señalética horizontal (Gráfico 11).



**Gráfico 11-3:** Estado de la señalización horizontal  
Elaborado por: Ajila, E. 2019

De acuerdo a la investigación de campo se determinó que el estado de la señalización horizontal un 90% se encuentra en estado regular, donde se evidencia el deterioro en su pintura; el 1% se encuentran en mal estado no se visualiza las señales; el 9% se evidencia en buen su visibilidad es buena.

3.7.10.4 *Análisis de estacionamientos*

Del levantamiento de información se identificaron las calles que cuentan con estacionamientos autorizados (Tabla 65).

**Tabla 58-3:** Estacionamientos autorizados por calle

Nombre de Calle	Sentido	Estacionamiento		Total Estacionamientos
		Autorizado	No Autorizado	
Guayaquil	Sur-Norte	x		82
9 de Octubre	Este-Oeste	x		42
	Oeste-Este	x		45
Calle Robles Bodero	Sur-Norte	x		54
	Norte-Sur	x		69
Avenida Segunda	Este-Oeste		x	0
Avenida Tercera	Este-Oeste		x	0
	Oeste-Este		x	0
Avenida Cuarta	Este-Oeste	x		67

Elaborado por: Ajila, E. 2019



Dentro del área de estudio existe una oferta de 359 estacionamientos permitidos.

### **3.8 Comprobación de las interrogantes de estudio**

En base a los datos obtenidos de las variables que influyen en el tránsito en el centro urbano, se ha determinado que en algunas de las calles de estudio necesitan implementar y renovar la señalética tanto vertical y horizontal, además, mantenimiento de la capa de rodadura. También, se evidenció el alto flujo vehicular en algunas intersecciones semafóricas y no semafóricas, donde existen bajos niveles de servicio, por ende, se generan altas demoras de en el tránsito vehicular y se crea la congestión vehicular en el centro urbano del Cantón “La Libertad”.

A través del análisis y evaluación de las variables, como volumen vehicular, infraestructura vial y niveles de servicio de cada intersección sea esta semaforizada o no semaforizada, se puede determinar cuáles de ellas están teniendo inconvenientes en su tránsito vehicular, lo que afecta directamente a la circulación vehicular en la urbe central, por ello en base al Manual de Capacidad de Carretera (HCM 2000), se puede realizar un rediseño a las fases de los ciclos semafóricos de las intersección y mediante el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004:2012. Parte 5, se logra identificar si cada una de las intersecciones cumple con los requisitos para ser controlada por un semáforo y por el tipo de señal vial reglamentaria PARE en base al flujo vehicular y el número de carriles, con ello se pretende disminuir las demoras de circulación vehicular en las vías de estudio y por consiguiente reducir la congestión vehicular en la misma.

## **CAPÍTULO IV: MARCO PROPOSITIVO**

### **4.1 Título**

Propuesta integral para mejorar la circulación vehicular en el centro urbano del Cantón “La Libertad”, Provincia de Santa Elena.

### **4.2 Contenido de la propuesta**

#### **4.2.1 *Preámbulo***

En la actualidad la congestión vehicular en el centro urbano del cantón La Libertad es un problema evidente, provocado básicamente por el incremento del parque automotor y el uso desmedido del vehículo privado.

En el cantón no existen estudios de transporte, por tal motivo la autoridad municipal está realizando actividades constantes que mejoren la circulación vehicular en el centro urbano del cantón.

La propuesta integral se enfoca en tres ejes de estudio:

- Infraestructura vial
- Volumen vehicular
- Nivel de servicio

#### **4.2.2 *Situación actual***

Con los datos obtenidos del levantamiento de cada eje de estudio se identificó el diagnóstico de la situación actual en cada una de las intersecciones y con la información analizada se plantearán posibles soluciones de mejora a la señalización horizontal, señalización vertical, gestión de estacionamientos y tipos de controles de tránsito en base a la normativa vigente.

##### **4.2.2.1 *Infraestructura Vial***

En el eje de infraestructura vial se describe las características del estado de las vías e inventario vial que se encuentran dentro del área de estudio.

a) Estado de las vías

En la (Tabla 66) se detalla las características de la vía, entre ellas se considera los números de carriles, sentidos de vía, ancho de carril, longitud de vía, tipo de capa de rodadura y el estado en el que se encuentran las mismas (Tabla 66).

**Tabla 1-4:** Características de las vías dentro del área de estudio

N.-	Calle/Avenida	Número de carriles	Sentido	Ancho de carril (m)	Longitud de la vía (m)	Tipo de capa de rodadura	Longitud daño (m)
1	Guayaquil	2	N-S S-N	3,7 3,7	870	Asfalto	398,77
2	Robles Boderó	4	N-S S-N	4,8 4,8	860	Asfalto	313,64
3	9 de Octubre	4	E-O O-E	4,6 4,6	590	Asfalto	130,45
4	Segunda	2	E-O	3	585	Asfalto	164,3
5	Tercera	2	E-O O-E	3,7 3,7	390	Asfalto	95,66
6	Cuarta	2	E-O	3	535	Asfalto	69,65

Elaborado por: Ajila, E. 2019

Se evidenció en el levantamiento de información que la avenida Guayaquil presenta gran deterioro en su capa de rodadura, seguida de la calle Robles Boderó que también presenta daños en su calzada, al contrario de la avenida Cuarta es la que presenta menores daños en su capa de rodadura; por otro lado, los anchos de carril superan los tres metros y cumplen según lo establecido en la norma RTE-INEN 004 Parte 2.

b) Inventario Vial

El inventario vial se enfoca en la situación actual de la señalética vertical, señalética horizontal y gestión de estacionamiento.

- Señalética vertical

Actualmente la señalética vertical disponible en el área de estudio es: parada de bus, no estacionar, una vía, doble vía y pare; cada una muestra su estado y se divide por vía del área de estudio (Tabla 67).

**Tabla 2-4:** Situación actual de la señalética vertical

Calle/avenida	Señalética vertical															Total
	Parada de bus			No estacionar			Una vía			Doble vía			Pare			
	Bueno	Regular	Malo	Bueno	Regular	Malo	Bueno	Regular	Malo	Bueno	Regular	Malo	Bueno	Regular	Malo	
Guayaquil	-	2	-	-	-	2	-	3	-	-	-	-	-	-	-	7
Robles Bodero	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	5
9 de Octubre	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-	-	-	6
Segunda	1	-	-	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	2	-	6
Tercera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	1	2	5
Cuarta	1	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	3
Total	4	6	0	1	0	2	0	7	0	0	5	2	0	3	2	

Elaborado por: Ajila, E. 2019

Para evidenciar de manera directa existen fotografías donde se observa el estado de las diferentes señales (Anexo 9).

- Señalética Horizontal

En la situación actual de la señalética horizontal se identificaron: líneas de separación de carril, cruce peatonal, flechas de direccionamiento de vía y línea de parada de bus; cada una muestra su estado y se las divide por vía dentro del área de estudio (Tabla 68).

**Tabla 3-4:** Situación actual de la señalética horizontal

Calle/avenida	Señalética horizontal											
	Línea de separación de carril			Cruce peatonal			Flecha de direccionamiento de vía			Línea de parada de bus		
	Bueno	Regular	Malo	Bueno	Regular	Malo	Bueno	Regular	Malo	Bueno	Regular	Malo
Guayaquil	-	870 m	-	-	64,8 m <sup>2</sup>	-	-	-	17,6 m <sup>2</sup>	-	4,32 m <sup>2</sup>	-
Bodero	-	860 m	-	-	140,4 m <sup>2</sup>	-	-	-	12,6 m <sup>2</sup>	-	8,64 m <sup>2</sup>	-
9 de Octubre	-	590 m	-	-	162 m <sup>2</sup>	-	-	12,6 m <sup>2</sup>	-	-	4,32 m <sup>2</sup>	-
Segunda	-	585 m	-	-	13,5 m <sup>2</sup>	-	-	-	-	-	4,32 m <sup>2</sup>	-
Tercera	390 m	-	-	-	32,4 m <sup>2</sup>	-	-	4,4 m <sup>2</sup>	-	-	-	-
Cuarta	-	535 m	-	-	4,4 m <sup>2</sup>	-	-	-	-	-	4,32 m <sup>2</sup>	-
Total	390 m	3440 m	0	0	417,5 m <sup>2</sup>	0	0	17 m <sup>2</sup>	30,2 m <sup>2</sup>	0	25,92 m <sup>2</sup>	0

Elaborado por: Ajila Erika., 2019

- Gestión de Estacionamientos

Para la gestión de estacionamientos se conocerá la oferta y demanda en el área de estudio.

- Oferta

A continuación, se detalla la oferta de estacionamientos en las diferentes calles dentro del área de estudio (Tabla 69).

**Tabla 4-4:** Oferta de estacionamiento

Calle / Avenida	Sentido				Cantidad
	N-S	S-N	E-O	O-E	
Guayaquil	42	40	-	-	82
9 de Octubre	-	-	45	42	87
Robles Boderó	60	63	-	-	123
Segunda	-	-	-	-	0
Tercera	-	-	-	-	0
Cuarta	-	-	67	-	67
Total	102	103	112	42	359

Elaborado por: Ajila, E. 2019

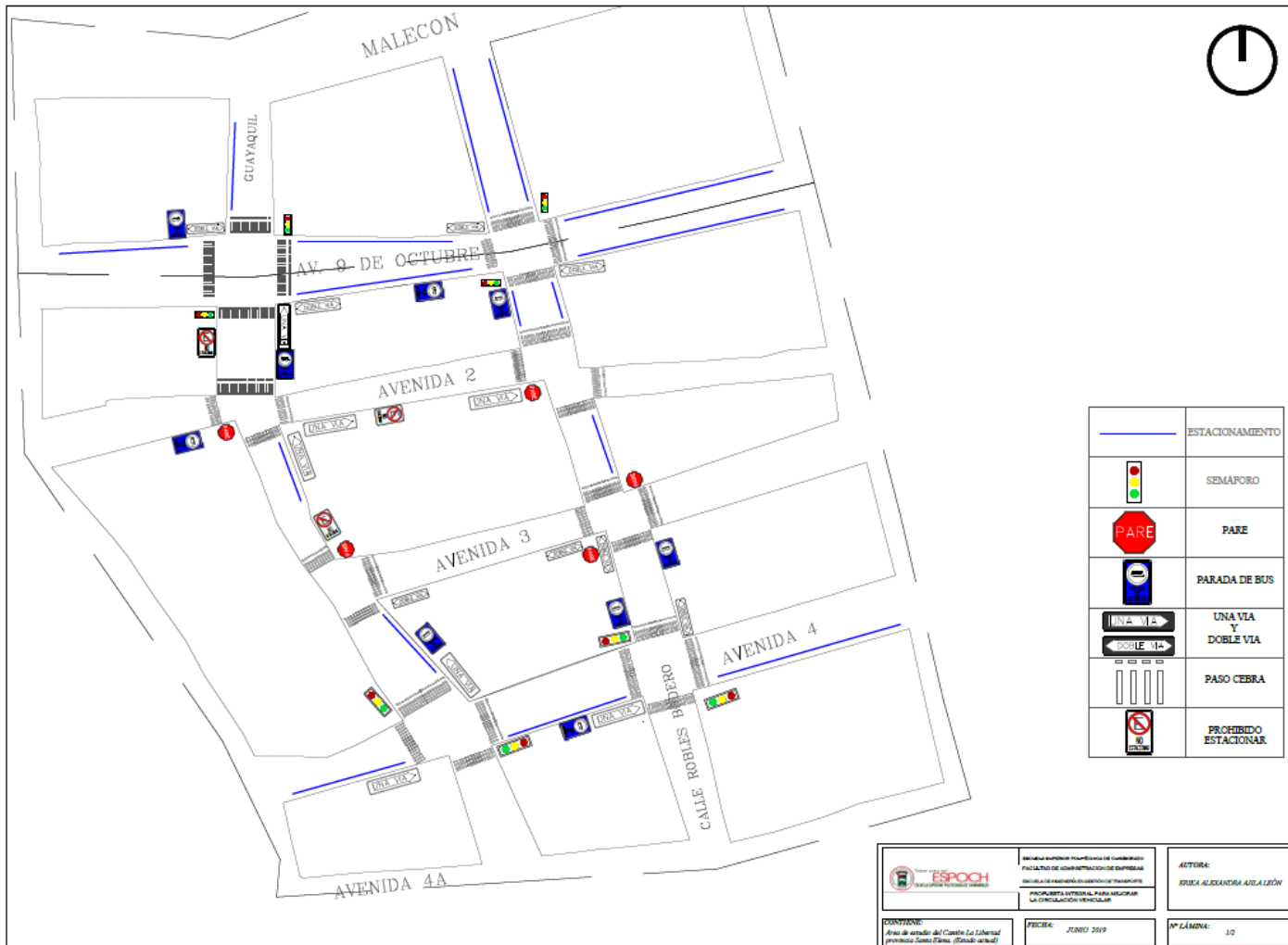
- Demanda

Mediante el conteo de vehículos estacionados durante doce horas de un día laboral se calcula la demanda en los estacionamientos, mediante un promedio de los volúmenes en la hora de máxima demanda (Anexo 6) que corresponde al horario de 10h00 a 11h00 a.m. (Tabla 70).

**Tabla 5-4:** Demanda de estacionamiento

Calle / Avenida	Demanda
Guayaquil	78
9 de Octubre	68
Robles Boderó	105
Segunda	0
Tercera	0
Cuarta	62

Elaborado por: Ajila, E. 2019



**Imagen. 1-4:** Situación actual de la señalética del centro urbano de La Libertad  
 Elaborado por: Ajila, E. 2019

#### 4.2.2.2 Flujo vehicular

Los conteos vehiculares realizados en el centro urbano del Cantón La libertad, en las ocho intersecciones los controles de tránsito, hora de máxima demanda (HMD), hora de menor demanda y el volumen vehicular en HMD. Evidenciando la situación actual del tránsito actual y los cambios que se requirieren de acuerdo a los lineamientos técnicos establecidos por la INEN 004:2012 Parte 5 (Tabla 71).

**Tabla 6-4:** Situación actual en base al flujo vehicular por intersección

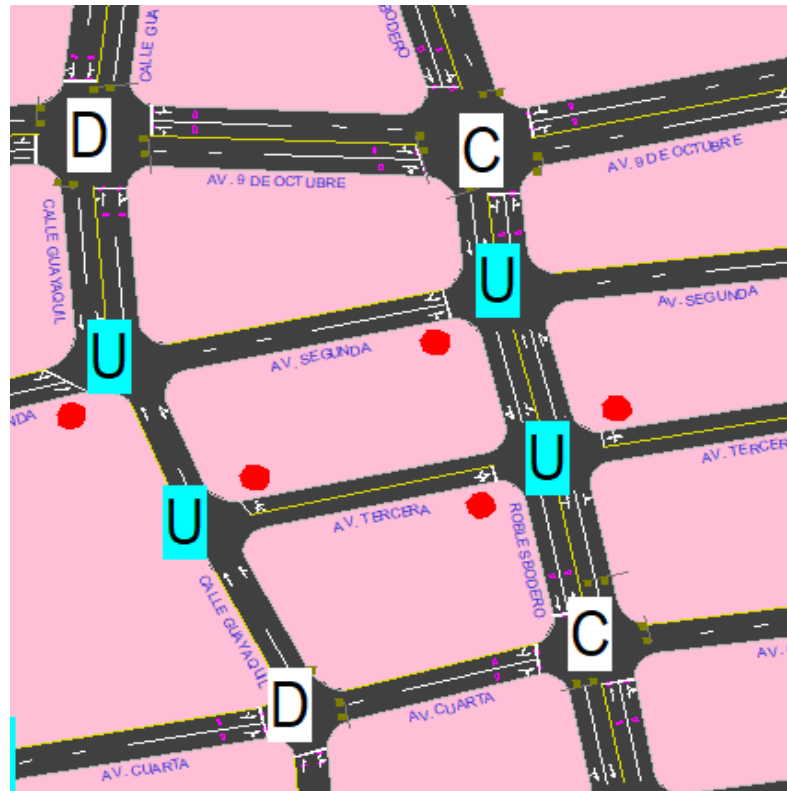
Inte rsec ción	Dirección	Tipo de control en interseccion s	Hora de máxima demand a	Hora de menor demand a	Cantidad de tránsito de vehículos en HMD	Tipo de Control			
						Control semafórico		Pare	
						Si cumple	No cumple	Si cumple	No cumple
1	Av 9 de Octubre y Guayaquil	Control semafórico	10:00 a 11:00 am	14:00 a 15:00 pm	1934 vehículos	X			
2	Av 9 de Octubre y Robles Bodero	Control semafórico	10:00 a 11:00 am	15:00 a 16:00 pm	2062 vehículos	X			
3	Av Segunda y Guayaquil	PARE	10:00 a 11:00 am	14:00 a 15:00 pm	853 vehículos				X
4	Av Segunda y Robles Bodero	PARE	10:00 a 11:00 am	14:00 a 15:00 pm	1238 vehículos				X
5	Av Tercera y Guayaquil	PARE	10:00 a 11:00 am	07:00 a 08:00 am	692 vehículos			X	
6	Av Tercera y Robles Bodero	PARE	10:00 a 11:00 am	14:00 a 15:00 pm	1358 vehículos				X
7	Av Cuarta y Guayaquil	Control semafórico	11:00 a 12:00 am	14:00 a 15:00 pm	793 vehículos		X		
8	Av Cuarta y Robles Bodero	Control semafórico	10:00 a 11:00 am	14:00 a 15:00 pm	1175 vehículos	X			

Elaborado por: Ajila, E. 2019

Se observa que entre las 10:00 a 11:00 am y de 11:00 a 12:00 am es el horario donde se presenta la mayor concentración de vehículos en las intersecciones dentro del área de estudio, siendo esta la HDM en todos los casos, en cambio la hora de menor demanda está identificada en varios horarios comprendidos entre las 07:00 a 08:00 am, 14:00 a 15:00 pm y 15:00 a 16:00 pm. Finalmente, el promedio de vehículos que circulan dentro de HMD es de 1.263 vehículos.

#### 4.2.2.3 Nivel de Servicio

Con los datos obtenidos del flujo vehicular en las ocho intersecciones y utilizando el software Synchro, se observa el comportamiento vehicular relacionado con el nivel de servicio en dichas intersecciones (Imagen 7).



**Imagen 2-4:** Situación actual del nivel de servicio  
Elaborado por: Ajila, E. 2019

Los niveles de servicio en el software Synchro poseen una escala desde el tipo A hasta el F para intersecciones semaforizadas mientras que para las intersecciones no semaforizadas se presenta dos tipos de servicio el A y el U, siendo el mejor y peor respectivamente. El tipo A se caracteriza por un tránsito fluido y con un rango mínimo de demoras para el usuario, mientras que el Tipo U con excesivas colas en las intersecciones y mayores tiempos de viaje.

A través del simulador de tránsito Synchro podemos determinar el nivel de servicio que tiene cada intersección en base a los datos levantados (Tabla 72).



**Tabla 7-4:** Situación actual en base al nivel de servicio

Intersección	Dirección	Control de tránsito	Nivel de servicio
1	Avenida 9 de Octubre y calle Guayaquil	Control semafórico	D
2	Avenida 9 de Octubre y calle Robles Bodero	Control semafórico	C
3	Avenida Segunda y calle Guayaquil	PARE	U
4	Avenida Segunda y calle Robles Bodero	PARE	U
5	Avenida Tercera y calle Guayaquil	PARE	U
6	Avenida Tercera y calle Robles Bodero	PARE	U
7	Avenida Cuarta y calle Guayaquil	Control semafórico	D
8	Avenida Cuarta y calle Robles Bodero	Control semafórico	C

Elaborado por: Ajila, E. 2019

El nivel de servicio de las intersecciones 1 y 7 con un control semafórico es de tipo D, mientras las intersecciones 2 y 8 con el mismo dispositivo poseen un nivel C. Las intersecciones 3, 4, 5 y 6 que tienen un control pare reflejan un tipo de servicio U.

A continuación, se muestra el nivel de servicio por avenida o calle (Tabla 73).

**Tabla 8-4:** Nivel de servicio por avenida o calle

Calle o Avenida	9 de Octubre	Segunda	Tercera	Cuarta
Guayaquil	D	U	U	D
Bodero	C	U	U	C

Elaborado por: Ajila, E. 2019

Para poder determinar el nivel de servicio promedio por la vía, es necesario dar una ponderación a cada tipo. De acuerdo a la siguiente clasificación:

**Tabla 9-4:** Clasificación del nivel de servicio

Nivel de Servicio	Ponderación
A	1
B	2
C	3
D	4
E	5
F	6
U	7

Elaborado por: Ajila, E. 2019

En función de la ponderación se establece el nivel de servicio promedio en cada una de las calles del área de estudio (Tabla 73).

**Tabla 10-4:** Nivel de servicio con ponderación

Calle/avenida	Nivel de servicio ponderado				Total	Promedio	Nivel de servicio
Guayaquil	4	7	7	4	22	6	F
Bodero	3	7	7	3	20	5	E
9 de Octubre	4	3	-	-	7	4	D
Segunda	7	7	-	-	14	7	U
Tercera	7	7	-	-	14	7	U
Cuarta	4	3	-	-	7	4	D
Nivel de Servicio						6	F

Elaborado por: Ajila, E. 2019

De acuerdo a este análisis la vía que presenta un nivel de servicio menor son la calle 9 de octubre y tercera tiene un nivel de servicio D, mientras que la calle segunda y tercera presenta un nivel de servicio U, teniendo un nivel de servicio F en toda el área de estudio.

#### 4.2.2.4 Resumen general de la situación actual

En el eje de infraestructura vial, la situación actual dentro del área de estudio es la siguiente:

- Las calles 9 de Octubre, Tercera y Cuarta conservan en buen estado de la capa de rodadura, las vías Robles Bodero y Segunda presentan un estado regular, mientras que la avenida Guayaquil tiene un gran deterioro es decir está en mal estado, por otro lado, los anchos de carril superan los tres metros y cumplen según lo establecido en la norma RTE-INEN 004 Parte 2 (Tabla 66).
- Existe un total de 32 señales verticales que son: parada de bus, no estacionar, una vía, doble vía y pare; de las cuales solo 5 tienen un buen estado mientras que las 27 restantes son regulares y malas (Tabla 67).
- Dentro del inventario de la señalética horizontal se tiene: línea de separación de carril, cruce peatonal, flecha de direccionamiento de vía y línea de parada de bus; un 99% se encuentra entre un estado regular y malo y tan solo un 1% conserva su buen estado (Tabla 68).
- Se tiene un total de 359 estacionamientos distribuidos entre las vías Guayaquil, Robles Bodero, 9 de Octubre y Cuarta (Tabla 69).

Al hablar de la situación actual del flujo vehicular se muestra los siguientes:

- Se evidencia que la hora en la cual se presenta variaciones con mayor flujo vehicular en todas las intersecciones analizadas es entre 10:00 a 11:00 am, siendo la HDM en todos los casos (Tabla 71).

- La hora de menor demanda presenta variaciones en distintos horarios: 07:00 a 08:00 am, 14:00 a 15:00 pm y 15:00 a 16:00 pm (Tabla 71).
- Tomando como referencia la cantidad de flujo vehicular en cada intersección (Tabla 71) el promedio de vehículos que transitan dentro del área de estudio asciende es de 1.263 unidades de transporte.

En cuanto al nivel de servicio en las intersecciones que disponen con dispositivos de control semafórico o con señalización Pare, la situación actual se presenta de la siguiente manera:

- Las intersecciones 1, 2, 7 y 8 cuentan con un dispositivo semafórico, mientras que las intersecciones 3, 4, 5 y 6 que poseen una señalética PARE (Tabla 72).
- El nivel de servicio de las intersecciones 1 y 7 con control semafórico presenta el tipo D, en las intersecciones 2 y 8 con el mismo dispositivo el nivel de servicio es C. Por ultimo las intersecciones 3, 4, 5 y 6 que disponen un tipo de control pare reflejan un nivel de servicio U (Tabla 72).
- Las calles principales: Guayaquil y Robles Bodero presentan un nivel de servicio F y E respectivamente, las vías secundarias: 9 de Octubre y Cuarta tienen un tipo D mientras que las calles Segunda y Tercera poseen un tipo U.
- El área de estudio presenta una valoración de 6 que corresponde a un nivel de servicio tipo F.

#### **4.2.3 *Elaboración de la propuesta integral***

La propuesta integra tres ejes de estudio: la infraestructura vial, el flujo vehicular y el nivel de servicio; misma que permitirá mejorar la circulación vehicular en el centro urbano del cantón La Libertad.

##### **4.2.3.1 *Infraestructura Vial***

Debido a una señalización vertical y horizontal deficiente en el área de estudio provoca que el nivel de servicio no sea el adecuado en las intersecciones, por lo que la primera propuesta consiste en señalar completamente las vías, considerando los criterios técnicos en la norma pertinente, lo cual permitirá mejorar la circulación vehicular y la seguridad vial en el área de estudio.

a) Señalización vertical

A continuación, se presenta la cantidad de señales a implementar en cada una de las vías (Tabla 76).

**Tabla 11-4:** Señalización vertical propuesta por vía de estudio

Calle/avenida	Parada de bus	No estacionar	Cantidad de señalética			Límite de velocidad	Total
			Una vía	Doble vía	Pare		
Guayaquil	-	3	3	-	-	2	8
Bodero	-	4	-	1	-	2	7
9 de Octubre	2	3	-	4	-	1	10
Segunda	2	3	2	-	-	1	8
Tercera	2	2	-	2	1	1	8
Cuarta	2	3	2	-	1	1	9
Total	8	18	7	7	2	8	50

**Fuente:** (Mancomunidad de Tránsito de Sucumbíos, 2018)

**Elaborado por:** Ajila, E. 2019

Con la implementación de 50 señales verticales se mejora la seguridad y la eficiencia de las vías con un movimiento ordenado del tránsito, las mismas se encuentran reglamentadas en la norma RTE INEN 004: Parte 1.

b) Señalización horizontal

La cantidad de señalización en metros o metros cuadrados a implementar y mantener en la propuesta por cada vía dentro del área de estudio se muestra a continuación (Tabla 77).

**Tabla 12-4:** Señalización horizontal propuesta por vía de estudio

Calle/ avenida	Longitud o medición					
	Línea de separación de carril (m)	Cruce peatonal (m <sup>2</sup> )	Flecha de direccionamiento de vía (m <sup>2</sup> )	Parada de bus (m <sup>2</sup> )	Línea de pare en intersecciones semaforizadas (m)	Rejilla/No bloquear cruce (m <sup>2</sup> )
Guayaquil	870	64,8	17,6	-	14,8	-
Bodero	860	140,4	12,6	-	38,4	-
9 de Octubre	590	162	12,6	188,16	18,4	39,1
Segunda	585	13,5	4,4	188,16	12	32,26
Tercera	0	32,4	4,4	188,16	7,4	27,49
Cuarta	535	4,4	17,6	188,16	6	28,12
Total	3440	417,5	69,2	752,64	97	126,97

**Fuente:** (Mancomunidad de Tránsito de Sucumbíos, 2018)

**Elaborado por:** Ajila, E. 2019

Con la implementación y manteniendo de la señalética horizontal guiamos y regulamos una buena circulación vehicular brindando seguridad, fluidez, orden y comodidad en las vías al momento de transitar por el centro urbano del cantón La Libertad; la señalización horizontal se basa en la normativa RTE INEN 004: Parte 2.

#### c) Estacionamiento

Para la propuesta de estacionamiento se debe realizar la reubicación de las plazas de aparcamiento debido a la gran afluencia de vehículos en la zona céntrica del cantón La Libertad. La oferta podría ser trasladada a las vías aledañas debido a que las dimensiones y características permiten la adecuación de estos estacionamientos. Logrando de esta manera que las vías en análisis dispongan de un tránsito libre, ya que no se permitirá el estacionamiento de ningún tipo de vehículo (Tabla 78).

**Tabla 13-4:** Reubicación del estacionamiento por vía

Calle / Avenida	Calle para la reubicación	Número de estacionamiento
Guayaquil	Salomón Pinargote	82
9 de Octubre	Calle Malecón	87
Robles Bodero	Calle 23	123
Segunda	-	0
Tercera	-	0
Cuarta	Avenida Quinta	67
	Total	359

**Elaborado por:** Ajila, E. 2019

#### 4.2.3.2 Flujo vehicular y Nivel de Servicio

Para mejorar las condiciones del flujo vehicular y nivel de servicio se propone la implementación o modificación de los controles de tránsito en las intersecciones analizadas (Tabla 79).

**Tabla 14-4:** Propuesta de cambio de los controles de tránsito

Intersección	Dirección	Control de tránsito actual	Propuesta de cambio de control de tránsito
1	Av. 9 de Octubre y calle Guayaquil	Control semafórico	Control semafórico
2	Av. 9 de Octubre y calle Robles Boderó	Control semafórico	Control semafórico
3	Av. Segunda y calle Guayaquil	PARE	Control semafórico
4	Av. Segunda y calle Robles Boderó	PARE	Control semafórico
5	Av. Tercera y calle Guayaquil	PARE	PARE
6	Av. Tercera y calle Robles Boderó	PARE	Control semafórico
7	Av. Cuarta y calle Guayaquil	Control semafórico	PARE
8	Av. Cuarta y calle Robles Boderó	Control semafórico	Control semafórico

Elaborado por: Ajila, E. 2019

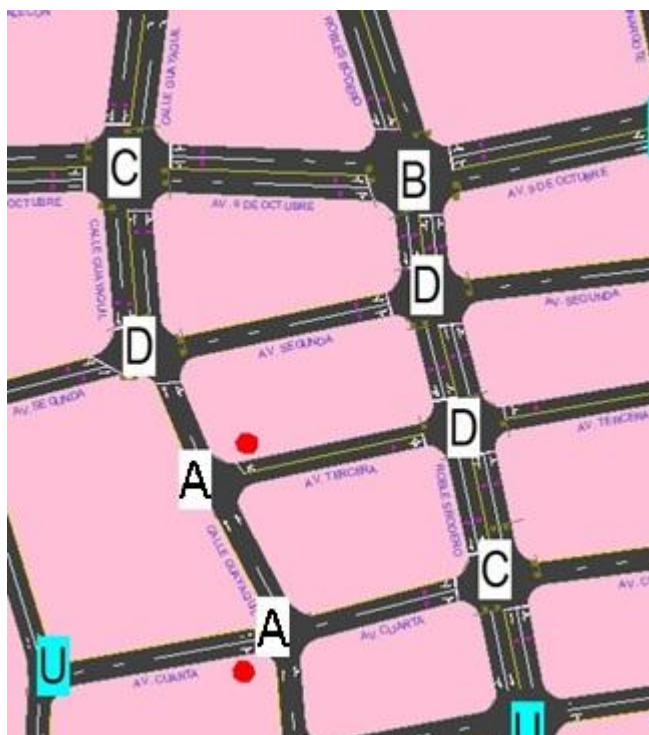
Las intersecciones que presentan un cambio son la 3, 4, 6 y 7 de un control semafórico a un PARE o viceversa, dependiendo del caso que fuese. Con esta propuesta se mejorará el nivel de servicio en cada intersección.

Las intersecciones que deben cambiar su dispositivo de control de tránsito ya sea éste, un semáforo o una señal Pare, se dan por el flujo vehicular que circula actualmente, el nivel de servicio que ofrece la intersección y las normas de diseño según la normativa RTE INEN 004: Parte 5 permite que se realice una mejora; además a través de la simulación en el software Synchro se evidencia de mejor manera la realidad de la movilidad en el área de estudio.

Análisis de Simulación de las condiciones de tránsito en el área de estudio.

Mediante la utilización de la herramienta Synchro se puede simular diferentes escenarios de acuerdo a los datos obtenidos en el levantamiento de información, los cuales representan la situación actual de la circulación vehicular en el centro urbano del cantón La libertad.

En este contexto para poder entender el comportamiento del flujo vehicular en un escenario ideal, se procede a la simulación del área de estudio, considerando las propuestas planteadas: señalización horizontal y vertical, gestión de estacionamientos y cambios de control de tránsito (Imagen 8).



**Imagen 3-4:** Propuesta de cambio del centro urbano  
 Elaborado por: Ajila, E. 2019

A continuación, se muestra el nivel de servicio por avenida o calle de la propuesta de cambio del centro urbano del cantón La Libertad. (Tabla 80)

**Tabla 15-4:** Nivel de servicio de la propuesta de cambio

Calle o avenida principal/ Calle o avenida secundaria	9 de Octubre	Segunda	Tercera	Cuarta
Guayaquil	C	D	A	A
Bodero	B	D	D	C

Elaborado por: Ajila, E. 2019

Se procede a mostrar el nivel de servicio ponderado, siendo el número uno el mejor de todos; y el siete el peor, en base al expuesto en la (Tabla 74).

Se evidencia que el nivel de servicio en todas las calles o avenidas ha mejorado considerablemente (Tabla 81).

**Tabla 16-4:** Nivel de servicio ponderado de la propuesta integral

Calle/avenida	Nivel de servicio ponderado				Total	Promedio	Nivel de servicio
Guayaquil	3	4	1	1	9	2,25	B
Bodero	2	4	4	3	13	3,25	C
9 de Octubre	3	2			5	2,5	C
Segunda	4	4			8	4	D
Tercera	1	4			5	2,5	C
Cuarta	1	3			4	2	B
<b>Nivel de Servicio</b>						3	C

Elaborado por: Ajila, E. 2019

Para entender como ha mejorado las condiciones de las siguientes calles se ha realizado una comparación entre la situación actual y la propuesta de cambio (Tabla 82).

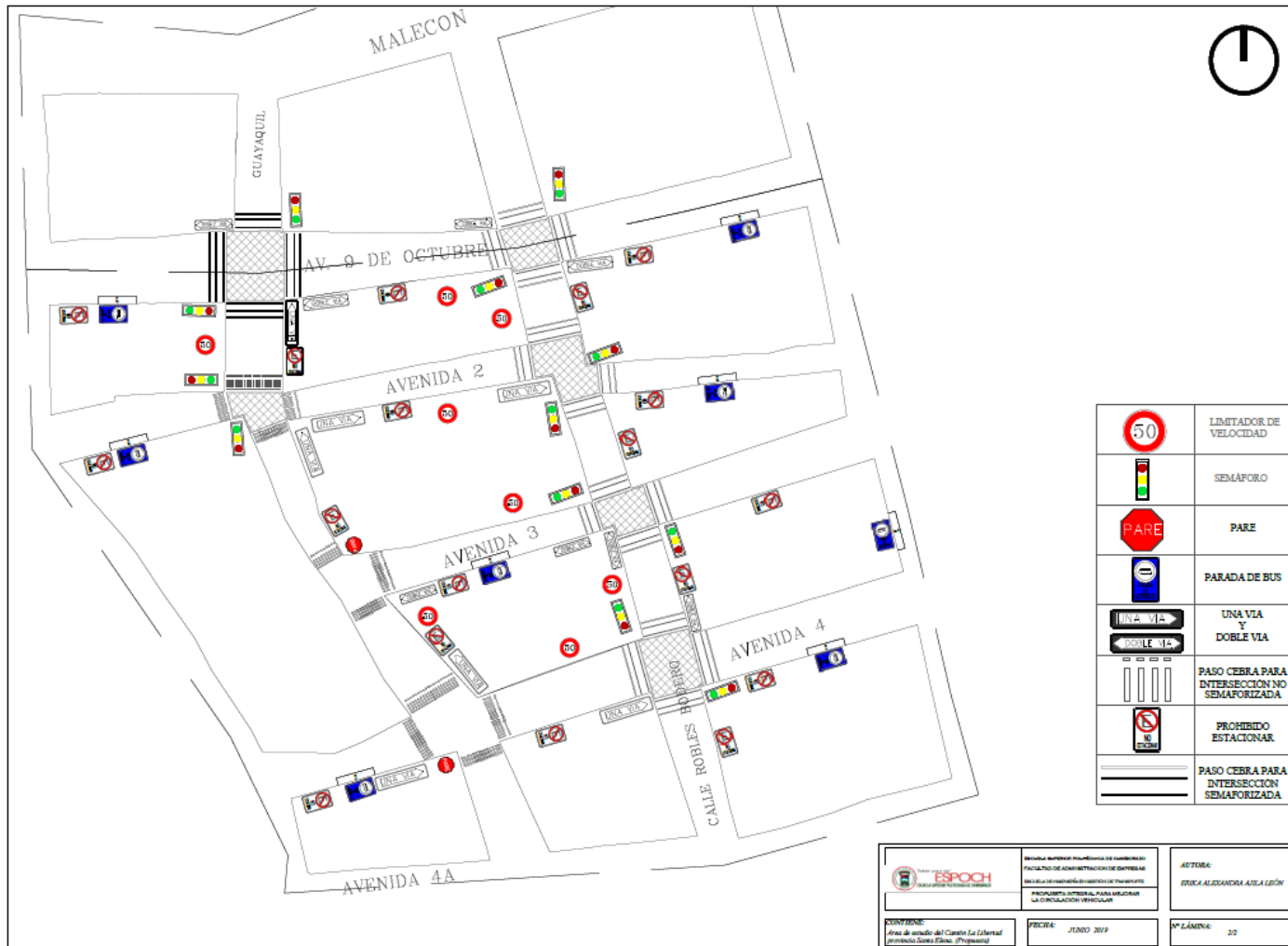
**Tabla 17-4:** Comparación del nivel de servicio del estado actual y la propuesta

Calle / avenida	Situación Actual		Propuesta integral	
	Promedio	Nivel de servicio	Promedio	Nivel de servicio
Guayaquil	5,5	F	2,25	B
Bodero	5	E	3,25	C
9 de Octubre	3,5	D	2,5	C
Segunda	7	U	4	D
Tercera	7	U	2,5	C
Cuarta	3,5	D	2	B
<b>Nivel de Servicio</b>	6	E	3	C

Elaborado por: Ajila, E. 2019

Finalmente, se presenta el mapa que contiene las propuestas planteadas para mejorar la circulación vehicular en el centro urbano del cantón La Libertad, siendo este el escenario ideal en función de los ejes que fueron analizados en el presente estudio (Imagen 9).





**Imagen 4-4:** Propuesta de cambio de la infraestructura vial del área de estudio  
Elaborado por: Ajila, E. 2019

#### 4.2.3.3 Costos referenciales para la propuesta

##### a) Señalética vertical

Como referencia al costo de implementación de esta propuesta específica se revisaron los valores unitarios de las señalizaciones propuestas (Tabla 83).

**Tabla 18-4:** Inversión total para la señalización vertical

Símbolo	Valor unitario	Cantidad	Valor total
Parada de bus	\$70,00	4	\$280,00
No estacionar	\$70,00	17	\$1.260,00
Una vía	\$40,00	7	\$280,00
Doble vía	\$40,00	7	\$280,00
Pare	\$70,00	2	\$140,00
Límite de velocidad	\$70,00	8	\$560,00
Total		45	\$2.730,00

**Fuente:** (Mancomunidad de Tránsito de Sucumbíos, 2018)

**Elaborado por:** Ajila, E. 2019

La implementación de la señalética vertical asciende a un valor total de 2.730 dólares americanos, con un total de 45 señales de tránsito.

##### b) Señalética horizontal

La inversión total para la señalización horizontal asciende a un monto de 13.057,28 dólares americanos (Tabla 84).

**Tabla 19-4:** Inversión total para la señalización horizontal

Tipo de señalización	Medición		Costo
	m	m2	
Línea de separación de carril (m)	3440	-	\$10.811,43
Cruce peatonal (m2)	-	417,5	\$1.312,14
Flecha de direccionamiento de vía (m2)	-	69,2	\$148,34
Parada de bus (m2)	-	752,64	\$81,46
Línea de pare en intersecciones semaforizadas (m)	97	-	\$304,86
Rejilla/No bloquear cruce (m2)	-	126,97	\$399,05
Total			\$13.057,28

**Fuente:** (Mancomunidad de Tránsito de Sucumbíos, 2018)

**Elaborado por:** Ajila, E. 2019

##### c) Implementación de celdas de estacionamientos permitidos.

El valor referencial para la implementación de estacionamiento dentro del área de estudio se detalla en la (Tabla 85).

**Tabla 20-4:** Inversión total para los estacionamientos

Calle / Avenida	Ancho de Carril	Número de estacionamiento	Precio Unitario	Valor Total
Salomón Pinargote	3,48	82	\$22,00	\$1.804,00
Calle Malecón	4,12	87	\$22,00	\$1.914,00
Calle 23	3,89	123	\$22,00	\$2.706,00
Avenida Quinta	3,05	67	\$22,00	\$1.474,00
Total		359	-	\$7.898,00

Fuente: (Mancomunidad de Tránsito de Sucumbíos, 2018)

Elaborado por: Ajila, E. 2019

La inversión total de los estacionamientos que corresponde a 7.898,00 dólares americanos

#### d) Dispositivo semafórico

En la propuesta integral se recomienda la implementación de seis intersecciones semaforizadas, en cada una de ellas se ubicará 2 semáforos es decir en total 12 dispositivos, por lo tanto, el costo referencial que representa esta implementación es de 19.9393, 86 (Tabla 86).

**Tabla 21-4:** Inversión total para los dispositivos semafóricos

Detalle	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Semáforo normal en policarbonato Tipo Leds 1/300-2/200, incluye viseras	u	12	\$ 739,75	\$ 8.877,00
Poste báculo incluido base	u	12	\$ 725,00	\$ 8.700,00
Soporte para semáforo normal (4")	u	12	\$ 52,84	\$ 634,08
Pernos Galv 2,1/2"	u	48	\$ 2,11	\$ 101,28
Punto de corriente	u	1	\$ 157,50	\$ 157,50
Costo de instalación	u	1	\$ 924,00	\$ 924,00
Total				\$ 19.939,86

Fuente: (Gamatrafic. Cia. Ltda, 2019)

Elaborado por: Ajila, E. 2019

#### e) Calzada

Se considera este parámetro debido a que los conductores para realizar un tránsito seguro y rápido necesitan de vías en buen estado. Y gracias al levantamiento de información que se evidencia en la Tabla 52 se demuestra el estado de la calzada en cada calle que comprende el área de estudio, es por ello que se propone realizar el reasfaltado dependiendo de la longitud de daño y el costo por cada rubro de este proceso se presenta en el Anexo 13 en la proforma entregada por la consultora, además el desglose de los costos por vías se muestra en el Anexo 14, a continuación se da una tabla del resumen de precios por cada calle o avenida en el cantón La Libertad (Tabla 87).

**Tabla 22-4:** Propuesta de cambio de la calzada de las vías

Nombre calle/Avenida	Longitud Total de la vía (m)	Longitud daño (m)	Ancho Calzada (m)	Cantidad de daño (m <sup>2</sup> )	Costo unitario (\$/m <sup>2</sup> )	Costo Total
Guayaquil	870 m	398,77 m	3,7 m	1475,45 m <sup>2</sup>	\$ 16,19	\$ 23.887,52
Robles Bodero	860m	313,64 m	4,8 m	1505,47 m <sup>2</sup>	\$ 16,19	\$ 24.373,59
Av. 9 de Octubre	590 m	130,45 m	4,6 m	600,07 m <sup>2</sup>	\$ 16,19	\$ 9.715,13
Av. Segunda	585 m	164,3 m	3,0 m	492,9 m <sup>2</sup>	\$ 16,19	\$ 7.980,05
Av. Tercera	390 m	95,66 m	3,7 m	353,94 m <sup>2</sup>	\$ 16,19	\$ 4.846,23
Av. Cuarta	535 m	69,65 m	3,0 m	208,95 m <sup>2</sup>	\$ 16,19	\$ 3.382,90
<b>TOTAL</b>						<b>\$ 75.069,52</b>

Elaborado por: Ajila, E. 2019

El costo total para la implementación de la propuesta integral que involucra a la señalización vertical, señalización horizontal, gestión de estacionamientos, instalación dispositivos semafóricos y reasfaltado de las vías dentro del área de estudio, es de aproximadamente 118.148,66 dólares americanos, como se muestra en la (Tabla 88).

**Tabla 23-4:** Costo total de la propuesta integral en el área de estudio

Descripción	Valor
Señalización vertical	\$ 2.730,00
Señalización horizontal	\$ 13.057,28
Estacionamientos	\$ 7.898,00
Dispositivos semafóricos	\$ 19.393,86
Reasfaltado	\$ 75.069,52
Total	\$ 118.148,66

Elaborado por: Ajila, E. 2019

El costo total de la propuesta integral para el centro urbano del cantón La Libertad asciende a 118.148,66 dólares americanos.

#### 4.2.3.4 Resumen general de la propuesta integral en el área de estudio

- Se posee 50 señales verticales, de las cuales se emplearán 45 nuevas distribuidas entre: parada de bus, no estacionar, una vía, doble vía, pare y límite de velocidad ascendiendo a un costo total de 2.730,00 dólares americanos.
- Se procede a mostrar que la inversión total para la señalización horizontal asciende a un monto de 13.057,28 dólares americanos, las mismas que tienen: línea de separación de carril, cruce peatonal, flecha de direccionamiento de vía, parada de bus, línea de pare en intersecciones semaforizadas y rejilla o no bloquear cruce.

- También en la parte de estacionamiento se debe realizar la reubicación de las plazas de aparcamiento debido a la gran afluencia de vehículos en la zona céntrica del cantón La Libertad, y se escoge las calles: Salomón Pinargote, Malecón, calle 23 y Avenida Quinta ya que poseen dimensiones adaptables para ubicar los estacionamientos en estas calles o avenidas; las mismas se encuentran en las zonas aledañas del centro urbano, logrando así una fluida circulación y erradicando el congestionamiento en el área de estudio.
- Con los dispositivos de control se realizó el cambio de PARE a SEMÁFORO en las intersecciones 3, 4 y 6 mientras que en la intersección 7 se cambió de un SEMÁFORO a un PARE lo cual mejoró el nivel de servicio en las intersecciones.
- Para las vías se procede al reasfaltado de las 6 calles/avenidas que comprende el área de estudio y que asciende a un valor de 75.069,52 dólares americanos brindando seguridad y rapidez al transitar por las mismas, asegurando un tránsito eficiente para los habitantes del cantón.

## CONCLUSIONES

En el área de estudio circulan alrededor de 1.263 vehículos por día, en el horario de 10H00 a 11H00 a.m., considerada la hora de máxima demanda (HMD), a su vez los datos obtenidos en el levantamiento de información se logró determinar que dentro del área de estudio se tiene un nivel de servicio tipo F, causado por la deficiente señalización horizontal y vertical, el desorden en cuanto a estacionamientos y los inadecuados dispositivos de control de tránsito en las intersecciones, lo cual provoca problemas evidentes al tránsito vehicular.

Este estudio se realizó en función del análisis de tres ejes: la infraestructura vial, flujo vehicular y nivel de servicio; dentro de los cuales se consideraron a las variables de operación como el estado de las vías e inventario vial, la gestión de los estacionamientos, y los controles de tránsito en cada intersección, que influyen en el congestionamiento vehicular en el área de estudio; y en cuanto al flujo vehicular se consideró la hora de máxima demanda (HMD), la hora de menor demanda y el volumen vehicular en HMD; finalmente, mediante la aplicación de software Synchro se simuló el escenario idóneo para mejorar el nivel de servicio.

La propuesta presentada en función de los ejes de estudio incluye la implementación de señalización horizontal y vertical, gestión de estacionamientos, la colocación adecuada de los controles de tránsito de acuerdo a los flujos vehiculares y el reasfaltado de las vías según la cantidad de daños que posean. La propuesta integral tendría un costo referencial de 118.148,66 dólares americanos.

## **RECOMENDACIONES**

Que el Gad Municipal “La Libertad” considere las propuestas planteadas en el presente estudio, para mejorar la circulación vehicular en el centro urbano del Cantón.

Socializar el presente estudio a todos los actores involucrados, como administradores o usuarios y ciudadanía en general sobre la propuesta integral planteada para el mejoramiento de la circulación vehicular.

Realizar estudios que complementen la propuesta integral presentada en el presente estudio con el fin de que sean implementadas, dentro del área de influencia.

## BIBLIOGRAFÍA

- Arias, F. (2006). *El Proyecto de Investigación*. Caracas: Episteme.
- Asamblea Nacional de la República de Nicaragua. (2003). *Ley para el régimen de circulación vehicular e infracciones de tránsito*. Nicaragua: ANRN.
- Bull, A. (2003). *Congestión de tránsito. El problema y cómo enfrentarlo*. Santiago de Chile: Cepal.
- Cal y Mayor, R., & Cárdenas, J. (2007). *Ingeniería de Tránsito*. México D.F: Alfaomega .
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2001). *La congestión del tránsito urbano: causas y consecuencias económicas y sociales*. Obtenido de [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/6381/1/S01060513\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/6381/1/S01060513_es.pdf)
- Falcochchio, J., & Levinson, H. (2015). *Road Traffic Congestion: A Concise Guide*. Switzerland: Springer International.
- Gómez, R. (2004). *Guía ingeniería de tráfico*. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/124699752/Libro-Guia-de-Ingenieria-de-Transito>
- Graizbord, B. (2008). *Geografía del transporte en el área metropolitana de México*. México: Colegio de México.
- Ilustre Municipio de Santiago de Chile. (2015). *Plan integral de movilidad*. Obtenido de <http://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info/U0697639.pdf>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2012). *Reglamento Técnico Ecuatoriano. RTE INEN 004:2012. Parte 5*. Quito: ANT.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2012). *Señalización Vial. Parte 1. Señalización Vertical*. Quito: ANT.
- Jans, M. (2014). *Movilidad urbana: En camino a sistemas de movilidad integrados*. Obtenido de <http://mingaonline.uach.cl/pdf/aus/n6/art02.pdf>



- Mataix, C. (2010). *Movilidad urbana sostenible, un reto energético y ambiental*. Madrid: TF Artes Gráficas.
- Medina, S., & Veloz, J. (2013). *Desarrollo orientado al transporte*. México: Cítrico Gráfico.
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador. (2013). *Norma para estudios y diseño vial*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/ramirobautistaaguirre/mtop-v-2-libro-b-norma-para-estudios-y-diseo-vial>
- Moreno, M., & Juan Beltrán, N. P. (2013). *Movilidad urbana sostenible en ciudades colombianas*. Zipaquirá.
- Naranjo, F., Palaguachi, J., Oleas, C., & Llamuca, J. (2019). *Estudio y propuestas para mejorar la gestión de estacionamientos vehiculares en la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo*. Obtenido de <http://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/CienciaDigital/article/view/457/1037>
- Ortega, J., Toth, J., & Tamas, P. (2019). Estimation of parking needs at Light Rail Transit System stations. doi:978-963-8121-85-1
- Ortega, J., Toth, J., Palaguachi, J., & Sabbani, I. (2019). Optimization Model for School Transportation Based on Supply-Demand Analyses. *Journal of Software Engineering and Applications*, 12(6), 215-225. doi:10.4236/jsea.2019.126013
- Quintero, J. (2011). *Inventarios viales y categorización de la red vial en estudios de ingeniería de tránsito y transporte*. Obtenido de <https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/1413>
- Quintero, J. (2017). *Del concepto de ingeniería de tránsito al de movilidad urbana sostenible*. Bogotá: Alamus.
- Secretaria de Comunicaciones y Transporte. (2008). *Características de los materiales*. Obtenido de <https://normas.imt.mx/normativa/N-CMT-4-02-002-04.pdf>
- Transportation Research Board. (2000). *Manual de capacidad de carreteras*. Obtenido de [https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/highway\\_capacital\\_manual.pdf](https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/highway_capacital_manual.pdf)

- Universia. (2018). *Qué hacen ingenieros en transporte*. Obtenido de <http://noticias.universia.net.mx/empleo/noticia/2013/05/20/1024544/que-haceningenieros-transporte.html>
- Universidad Nacional Autónoma de México. (2019). *Vías*. Obtenido de <http://www.ingenieria.unam.mx/~fjgv/Caps%20IT/Capitulo%201c.pdf>
- Velázquez, M. (2009). *Área de cultura de transporte*. Caracas: Tierra.
- Villa, R., Ortega, J., & Cevallos, W. (2016). *Incidencia del tamaño de la muestra en la planificación del transporte en ciudades medias del Ecuador*. Obtenido de <http://www.eumed.net/rev/caribe/2016/12/transporte.html>
- Villamarín, J., Padilla, M., Guerrero, A., & Mazón, G. (2019). *Planificación de la infraestructura - señalización de paradas en la ciudad de Riobamba, aplicando modelos matemáticos*. Obtenido de <http://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/CienciaDigital/issue/view/35/58>
- Ye, S. (2012). *Research on urban road traffic congestion Charging Based on sustainable development*. Shanghai: Physics Procedia.
- Zúñiga, K. (2013). *Señalización vial Managua*. Obtenido de <http://ribuni.uni.edu.ni/1254/1/39713.pdf>

## ANEXOS

### Anexo A: Intersecciones de la zona de estudio

#### Intersección N° 1 Av. 9 de Octubre y Calle Guayaquil



#### Intersección N° 2 Av. 9 de Octubre y Calle Robles Bodero



#### Intersección N° 3 Av. Segunda A y Calle Guayaquil



**Intersección N° 4 Av. Segunda A y Calle Robles Bodero**



**Intersección N° 5 Av. Tercera y Calle Guayaquil**



**Intersección N° 6 Av. Tercera y Calle Robles Bodero**





**Intersección N° 7 Av. Cuarta y Calle Guayaquil**



**Intersección N° 8 Av. Cuarta y Calle Robles Bodero**



**Anexo B: Entrada a diferentes intersecciones**

**Entrada a la Calle Guayaquil**

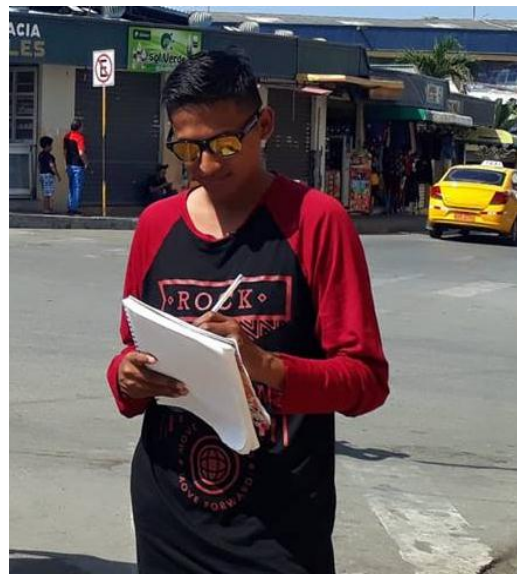


**Entrada a la Avenida Segunda A**





Anexo C: Aforo Vehicular



**Anexo D: Levantamiento de información**





## Anexo E: Proforma de dispositivos semafóricos

# PROFORMA

Nro. \_\_\_\_\_

FECHA	Riobamba, 2 de Marzo del 2019		
OFERENTE	Trabajo de Titulación		
OFERTANTE	Gamatrafic. Cia Ltda.	RUC: 0691745635001	
DIRECCIÓN	Calle Juan Salinas y Amazonas		
PROYECTO	Intersecciones semaforizadas		


  

CODIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	V.UNITARIO	V.TOTAL
	Controlador de semáforos	1	u	2.500,00	2.500,00
	Semáforo Normales en policarbonato Tipo leds 1/300-2/200, incluye viseras	8	u	739,75	5.918,00
	Semáforo de Flecha en policarbonato Tipo leds 1/300-2/200, incluye viseras	4	u	739,75	2.959,00
	Semáforo de policarbonato Tipo leds 2/200, PEATONAL incluye viseras con contador de tiempo de cruce	8	u	564	4.512,00
	Poste báculo incluido base	4	u	725	2.900,00
	Poste para semáforo peatonal y caja de control incluido base	6	u	294	1.764,00
	Poste para semáforo Normales de 4" de 6 metros	1	u	450	450,00
	Pantallas para Semáforos de 1/300 - 2/200 mm	12	u	75,94	911,28
	Soporte para Semáforo normal (4")	4	u	52,84	211,36
	Soporte para semáforos (4") aéreo	8	u	77,99	623,92
	Pernos Galv 2,1/2" *	80	u	2,11	168,80
	Cable para Semáforo concéntrico 2*14	100	ml	4,89	489,00
	Cable para Semáforo concéntrico 4*16	350	ml	4,89	1.711,50
	Punto de corriente	1	u	157,5	157,50
	Costo de instalación de intersección	1	u	924	924,00
	<b>Total</b>				<b>26.200,36</b>


Forma de pago. - 70% a la firma del contrato y el saldo contra entrega.  
 Plazo de entrega. - 15 días luego de la entrega del anticipo. Validez de la oferta 15 días.

**NO INCLUYE B. IVA**



**Mg. María de Lourdes Martínez Salas**  
Gerente General



Dirección: Barrio La Cerámica - Calle Oscar Elías Bero y Pablo Palacios  
 Teléfono: 022-667-217 6901941316 - 999344880  
 Mail: gmatrafic@matraf.com-ger@matraf.com  
 Riobamba Ecuador



**Anexo F:** Volumen de vehículos mixtos estacionados

<b>Conteos</b>	<b>Hora de Máxima Demanda</b>				<b>Promedio</b>
	<b>10:00-10:15</b>	<b>10:15-10:30</b>	<b>10:30-10:45</b>	<b>10:45-11:00</b>	
Guayaquil	81	79	73	78	77,75
9 de Octubre	80	71	55	64	67,5
Robles Boderó	113	99	110	96	104,5
Segunda	0	0	0	0	0
Tercera	0	0	0	0	0
Cuarta	59	65	63	60	61,75

**Anexo G:** Ficha para la recolección de información

		ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS ESCUELA EN INGENIERÍA EN GESTIÓN DE TRANSPORTE									
<b>FICHA PARA RECOLECTAR LAS CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES DE LAS VÍAS EN EL CENTRO URBANO DEL CANTÓN "LA LIBERTAD"</b>											
<b>Objetivo:</b> Recolectar información de las características y condiciones de las vías del centro urbano del cantón La libertad, con el fin de evaluar su estado actual.											
<b>Indicaciones:</b> Ingresar los datos correspondientes a la vía.						<b>N°:</b>					
<b>NOMBRE DE CALLE</b>											
<b>TRAMOS DE LA VÍA</b>		<b>NOMBRE TRAMO 1</b>	<b>NOMBRE TRAMO 2</b>	<b>NOMBRE TRAMO 3</b>	<b>NOMBRE TRAMO 4</b>	<b>OBSERVACIONES</b>					
<b>NÚMERO DE CARRILES</b>											
<b>ANCHO DE CARRIL</b>											
<b>SENTIDO DEL CARRIL</b>											
<b>ESTACIONAMIENTOS DE VEHÍCULOS</b>	<b>Derecha</b>										
	<b>Izquierda</b>										
<b>Longitud del tramo</b>											
<b>TIPO DE CALZADA</b>	Asfalto										
	Adoquín										
	Hormigón										
	Sin tratamiento										
<b>Nota:</b> Ingresar el daño correspondiente en su unidad de medida.											
<b>TIPO DE DAÑO EN CALZADA</b>	<b>Fisuras</b>	Unidad de medida (metros)									
		Fisuras Longitudinales									
		Fisuras de junta									
		Piel de cocodrilo									
	Fisuras de media luna										
	<b>Deformaciones</b>	Unidad de medida (metros cuadrados)									
		Abultamiento									
		Ahuellamiento									
		Desplazamiento de borde									
	Hundimientos										
	<b>Desprendimientos</b>	Bache									
		Parche									
		Desprendimiento									
		Pérdida de ligante									
	<b>CONDICIONES DE LA VÍA CARACTERÍSTICAS DE LA VÍA</b>		<b>ESTADO</b>		<b>ESTADO</b>		<b>ESTADO</b>		<b>ESTADO</b>		<b>OBSERVACIONES</b>
			Bueno	Regular	Malo	Bueno	Regular	Malo	Bueno	Regular	

<b>SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL</b>	Línea de separación de carril																	
	Cruce peatonal																	
	Flecha de direccionamiento de vía																	
	Línea de parada de bus																	

**Nota:** Ingresar el número de señales existentes

<b>SEÑALIZACIÓN VERTICAL</b>	Parada de bus	<b>Derecha</b>																
		<b>Izquierda</b>																
	Pare	<b>Derecha</b>																
		<b>Izquierda</b>																
	No estacionar	<b>Derecha</b>																
		<b>Izquierda</b>																
	Límite de velocidad	<b>Derecha</b>																
		<b>Izquierda</b>																

Elaborado y encuestado por: Erika Ajila

Anexo H: Flujo vehicular en las intersecciones

Intersección 1 fin de semana

Total conteos por hora																												
Av. 9 de Octubre														Calle Guayaquil														
Brazo a (este)							Brazo b (oeste)							Brazo c (sur)						Brazo d (norte)								
Giro \ Hora	R			GI			R			GI			GD			GI			R			GD			GI			
	Lv	Bs	Ps	Lv	Bs	Ps	Lv	Bs	Ps	Lv	Bs	Ps	Lv	Bs	Ps	Lv	Bs	Ps	Lv	Bs	Ps	Lv	Bs	Ps	Lv	Bs	Ps	
06:00-07:00	210	48	19	104	1	2	205	73	21	49	24	7	89	18	9	164	37	23	104	18	10	77	106	15	171	18	26	
07:00-08:00	116	45	21	165	3	2	89	61	27	79	17	9	89	14	12	271	35	19	112	17	9	84	80	19	215	21	21	
08:00-09:00	280	43	21	167	2	1	128	65	21	78	22	8	89	24	14	118	65	23	145	30	11	136	59	19	214	16	23	
09:00-10:00	245	50	29	89	3	1	125	56	25	78	19	8	112	18	20	221	44	17	125	20	8	108	75	21	204	27	21	
10:00-11:00	278	64	42	156	4	1	151	97	21	54	23	7	89	36	24	124	59	69	89	59	32	98	81	12	165	69	30	
11:00-12:00	139	59	32	179	5	1	102	57	14	70	19	5	95	25	17	125	90	32	119	32	15	89	70	10	171	35	23	
12:00-13:00	219	45	32	170	5	5	138	60	29	69	21	7	93	17	14	253	59	22	116	23	11	98	85	14	123	39	26	
13:00-14:00	176	64	21	166	8	2	142	44	14	66	15	5	123	19	8	116	53	22	122	24	11	174	102	12	163	27	16	
14:00-15:00	154	79	19	74	5	2	89	35	15	33	16	8	76	16	6	68	24	21	78	20	10	88	77	11	98	24	20	
15:00-16:00	125	74	23	117	7	2	106	49	22	52	17	7	89	16	14	89	46	24	132	21	11	167	93	12	170	33	13	
16:00-17:00	244	67	40	158	3	3	118	69	21	56	24	8	98	20	15	139	57	29	136	27	14	110	124	13	123	43	16	
17:00-18:00	211	61	28	128	4	10	264	62	12	60	19	8	129	23	9	148	65	26	161	30	12	97	112	10	128	34	14	

**Intersección 2 fin de semana**

Total conteos por hora																																				
Brazo a (este)																Brazo c (norte)																				
Brazo a (este)									Brazo b (oeste)									Brazo c (norte)									Brazo d (sur)									
Giro Hora	R			Gd			Gi			R			Gd			Gi			R			Gd			Gi			R			Gd			Gi		
	Lv	Bs	Ps	Lv	Bs	Ps	Lv	Bs	Ps	Lv	Bs	Ps	Lv	Bs	Ps	Lv	Bs	Ps	Lv	Bs	Ps	Lv	Bs	Ps	Lv	Bs	Ps	Lv	Bs	Ps	Lv	Bs	Ps	Lv	Bs	Ps
06:00-07:00	63	15	6	98	27	2	31	7	4	193	96	28	95	3	7	127	96	34	69	11	9	87	15	12	190	32	25	171	20	9	140	4	0	122	20	19
07:00-08:00	121	14	6	87	25	1	47	7	4	281	64	35	113	3	0	98	110	44	97	12	9	83	15	11	89	32	23	75	14	10	92	4	2	98	27	25
08:00-09:00	97	13	7	94	24	1	42	7	2	214	86	28	117	4	2	206	117	25	86	9	10	95	12	12	98	26	27	94	11	6	64	2	4	101	22	20
09:00-10:00	96	15	10	187	28	1	52	8	4	108	75	33	124	1	9	225	73	31	77	11	12	95	15	16	194	32	33	98	20	11	98	2	0	72	30	22
10:00-11:00	215	140	83	153	36	1	42	9	5	128	44	21	98	7	2	89	86	23	79	22	14	88	18	18	98	54	36	125	44	8	97	2	0	125	24	28
11:00-12:00	212	18	9	112	33	1	34	8	4	98	75	19	108	4	3	198	92	26	88	31	16	68	24	20	187	85	42	89	14	9	69	9	3	106	27	29
12:00-13:00	89	14	9	121	26	3	33	8	5	124	80	25	95	3	6	147	92	30	78	12	13	90	14	17	94	30	35	53	20	13	97	2	1	133	31	27
13:00-14:00	83	20	7	97	36	1	42	9	3	165	59	17	117	2	3	192	96	43	95	11	13	68	15	17	94	33	38	114	18	5	121	0	0	145	25	21
14:00-15:00	98	24	6	85	21	1	23	12	4	169	61	33	118	6	4	212	85	37	65	13	12	82	15	16	97	33	34	67	22	8	99	1	2	147	29	19
15:00-16:00	84	22	7	59	14	1	24	11	4	68	65	28	98	2	0	28	69	39	36	11	14	45	15	17	73	31	35	45	23	10	97	5	0	57	26	23
16:00-17:00	101	21	12	134	37	3	37	11	6	121	54	27	124	2	2	175	78	51	68	11	11	84	15	15	94	32	34	68	22	17	113	6	0	61	27	24
17:00-18:00	106	19	8	88	34	7	50	10	4	158	75	29	114	3	3	155	65	53	88	11	15	111	15	20	89	30	41	168	28	12	105	3	5	67	31	35

**Intersección 3 fin de semana**

Total conteos por hora													
Av. Segunda							Calle Guayquil						
Brazo a (este)							Brazo b (sur)						
Giro	Hora	R			GI			R			GD		
		Lv	Bs	Ps	Lv	Bs	Ps	Lv	Bs	Ps	Lv	Bs	Ps
	06:00-07:00	187	32	19	141	24	13	124	44	29	73	12	7
	07:00-08:00	167	38	23	132	21	15	89	42	19	91	12	5
	08:00-09:00	194	22	22	178	34	17	95	84	25	101	16	5
	09:00-10:00	142	28	22	171	20	9	108	59	22	91	15	5
	10:00-11:00	139	27	20	176	24	11	98	99	113	127	16	3
	11:00-12:00	142	30	23	94	20	6	57	81	51	80	17	4
	12:00-13:00	86	35	29	135	28	10	75	62	29	81	14	4
	13:00-14:00	160	29	38	141	36	21	142	59	19	84	11	4
	14:00-15:00	79	21	27	65	16	18	45	35	15	71	13	5
	15:00-16:00	84	32	29	111	35	26	109	49	16	77	12	4
	16:00-17:00	171	35	23	85	36	35	75	68	12	89	17	4
	17:00-18:00	98	29	40	213	45	30	85	73	16	107	18	4

**INTERSECCIÓN 4 FIN DE SEMANA**

<b>Total conteos por hora</b>																						
<b>Av. Segunda</b>										<b>Calle Robles Bodero</b>												
<b>Brazo a (este)</b>										<b>Brazo b (sur)</b>						<b>Brazo c (norte)</b>						
<b>Giro</b>	<b>hora</b>	<b>R</b>			<b>GI</b>			<b>GD</b>			<b>R</b>			<b>GI</b>			<b>R</b>			<b>GD</b>		
		<b>Lv</b>	<b>Bs</b>	<b>Ps</b>	<b>Lv</b>	<b>Bs</b>	<b>Ps</b>	<b>Lv</b>	<b>Bs</b>	<b>Ps</b>	<b>Lv</b>	<b>Bs</b>	<b>Ps</b>	<b>Lv</b>	<b>Bs</b>	<b>Ps</b>	<b>Lv</b>	<b>Bs</b>	<b>Ps</b>	<b>Lv</b>	<b>Bs</b>	<b>Ps</b>
	06:00-07:00	89	16	9	64	12	7	102	17	19	297	54	38	35	15	4	395	65	45	99	28	9
	07:00-08:00	90	18	10	65	13	7	85	20	16	89	46	35	31	17	4	131	80	46	105	29	10
	08:00-09:00	95	14	9	74	11	7	117	15	18	214	38	42	34	18	6	142	98	29	106	31	6
	09:00-10:00	85	16	10	61	11	7	97	17	18	134	46	55	39	12	8	128	96	42	121	25	9
	10:00-11:00	94	15	7	67	11	6	81	18	42	279	99	40	59	17	11	120	77	54	99	34	8
	11:00-12:00	84	16	9	102	13	7	98	19	30	201	142	70	41	17	6	211	84	44	89	28	7
	12:00-13:00	95	17	13	68	12	9	107	20	24	124	45	57	36	13	5	215	68	43	105	28	9
	13:00-14:00	54	14	15	62	10	10	97	17	22	98	49	57	30	19	5	125	121	50	117	29	9
	14:00-15:00	85	19	16	60	14	11	96	22	22	64	46	50	30	19	7	124	94	48	83	29	9
	15:00-16:00	78	15	12	62	11	9	99	18	19	58	45	56	31	18	6	105	98	66	68	28	14
	16:00-17:00	36	19	9	46	8	7	38	12	16	77	24	25	28	18	8	65	45	61	94	27	14
	17:00-18:00	85	17	16	81	13	11	58	19	22	245	45	65	43	21	8	125	75	70	58	25	14



**Intersección 5 fin de semana**

<b>Total conteos por hora</b>										
<b>Av. Tercera</b>							<b>Calle Guayaquil</b>			
<b>A (este)</b>				<b>B (sur)</b>						
<b>Giro</b>	<b>Hora</b>	<b>GD</b>			<b>R</b>			<b>GD</b>		
		<b>Lv</b>	<b>Bs</b>	<b>Ps</b>	<b>Lv</b>	<b>Bs</b>	<b>Ps</b>	<b>Lv</b>	<b>Bs</b>	<b>Ps</b>
	06:00-07:00	124	39	32	79	39	24	85	17	12
	07:00-08:00	89	43	35	25	38	17	74	17	7
	08:00-09:00	95	25	35	370	56	21	65	23	9
	09:00-10:00	163	44	35	177	52	18	78	22	9
	10:00-11:00	110	80	25	225	55	14	153	23	7
	11:00-12:00	349	50	38	87	59	16	98	26	7
	12:00-13:00	207	42	53	84	53	15	122	23	7
	13:00-14:00	91	49	46	58	42	16	58	18	7
	14:00-15:00	84	62	40	78	47	17	92	21	7
	15:00-16:00	91	59	45	84	42	14	74	19	6
	16:00-17:00	97	54	98	78	93	14	58	25	6
	17:00-18:00	98	52	49	75	63	14	94	28	6

**Intersección 6 fin de semana**

Total conteos por hora																																				
Av. Tercera															Calle Robles Bodero																					
Brazo a (este)									Brazo b (oeste)									Brazo c (sur)									Brazo d (norte)									
Giro Hora	R			GD			GI			R			GD			GI			R			GD			GI			R			GD			GI		
	Lv	Bs	Ps	Lv	Bs	Ps	Lv	Bs	Ps	Lv	Bs	Ps	Lv	Bs	Ps	Lv	Bs	Ps	Lv	Bs	Ps	Lv	Bs	Ps	Lv	Bs	Ps	Lv	Bs	Ps	Lv	Bs	Ps	Lv	Bs	Ps
06:00-07:00	34	5	4	46	6	4	52	7	5	59	22	11	47	9	15	58	12	11	78	45	19	84	11	6	65	17	10	82	24	22	80	23	10	74	24	20
07:00-08:00	38	5	2	53	5	2	36	7	2	48	23	21	48	31	16	48	13	14	45	98	25	84	12	9	64	14	14	98	32	19	78	46	20	55	42	20
08:00-09:00	34	5	4	17	9	4	45	9	4	36	25	20	98	20	22	94	14	13	89	67	15	93	13	9	99	21	15	48	14	23	98	43	15	98	42	15
09:00-10:00	34	6	4	47	8	4	54	8	4	87	25	21	89	30	14	57	13	6	79	86	24	93	12	8	55	19	14	74	46	28	87	37	19	74	34	19
10:00-11:00	33	6	3	55	7	3	87	7	3	114	12	7	77	36	33	44	12	7	45	62	12	96	13	12	75	20	18	88	65	31	84	31	30	53	28	29
11:00-12:00	32	8	3	45	9	3	51	9	3	98	28	23	84	40	12	45	11	8	36	69	26	54	14	9	65	22	15	84	58	38	94	47	24	47	45	22
12:00-13:00	31	5	3	43	9	3	48	9	3	78	21	37	89	27	23	48	12	11	64	48	27	45	13	10	44	21	16	66	25	31	88	42	21	94	40	20
13:00-14:00	29	4	3	41	7	3	49	7	3	91	26	30	48	31	29	89	12	3	57	58	11	98	15	10	66	23	16	69	14	30	97	25	11	87	41	21
14:00-15:00	14	5	2	23	8	2	17	8	2	48	28	5	36	17	21	21	8	9	24	8	12	22	9	8	25	24	11	25	24	17	45	36	40	28	33	21
15:00-16:00	29	4	2	40	7	2	25	8	2	35	35	30	88	27	15	89	8	4	78	45	24	91	14	9	67	24	15	75	9	28	97	39	27	68	37	26
16:00-17:00	39	8	2	44	8	2	61	9	2	69	22	26	55	25	32	51	15	6	89	49	35	57	14	12	89	22	20	79	24	26	89	42	24	98	40	23
17:00-18:00	20	8	2	45	10	2	64	10	2	89	28	35	78	25	35	87	17	5	47	68	25	84	15	10	78	24	14	98	24	34	69	39	30	89	36	28

**Intersección 7 fin de semana**

Total conteos por hora													
Av. Cuarta							Calle Guayaquil						
Brazo a (este)							Brazo b (norte)						
Giro	Hora	R			GI			R			GD		
		Lv	Bs	Ps	Lv	Bs	Ps	Lv	Bs	Ps	Lv	Bs	Ps
	06:00-07:00	234	27	29	58	17	22	87	39	14	173	11	16
	07:00-08:00	87	29	28	56	20	12	106	35	12	151	18	17
	08:00-09:00	98	28	42	198	25	12	84	54	17	98	15	16
	09:00-10:00	169	42	39	98	34	12	114	39	13	55	10	14
	10:00-11:00	84	36	36	116	27	10	145	51	10	78	14	15
	11:00-12:00	292	30	29	104	29	11	105	56	12	97	12	16
	12:00-13:00	187	35	37	89	37	7	94	38	12	78	12	11
	13:00-14:00	152	33	36	91	25	7	98	35	15	58	15	12
	14:00-15:00	125	32	28	89	31	11	68	36	12	94	18	12
	15:00-16:00	48	33	32	47	25	11	57	33	9	57	22	13
	16:00-17:00	114	29	38	94	39	11	108	46	9	89	17	13
	17:00-18:00	124	37	38	98	42	8	98	47	15	99	24	23

**Intersección 8 fin de semana**

<b>Total conteos por hora</b>																						
<b>Av. Cuarta</b>										<b>Calle Robles Bodero</b>												
<b>Brazo a (este)</b>										<b>Brazo b (norte)</b>						<b>Brazo c (sur)</b>						
<b>Giro</b>	<b>Hora</b>	<b>R</b>			<b>GD</b>			<b>GI</b>			<b>R</b>			<b>GD</b>			<b>R</b>			<b>GI</b>		
		<b>Lv</b>	<b>Bs</b>	<b>Ps</b>	<b>Lv</b>	<b>Bs</b>	<b>Ps</b>	<b>Lv</b>	<b>Bs</b>	<b>Ps</b>	<b>Lv</b>	<b>Bs</b>	<b>Ps</b>	<b>Lv</b>	<b>Bs</b>	<b>Ps</b>	<b>Lv</b>	<b>Bs</b>	<b>Ps</b>	<b>Lv</b>	<b>Bs</b>	<b>Ps</b>
	06:00-07:00	81	7	9	122	19	25	125	21	16	112	33	17	126	10	2	108	114	25	92	18	12
	07:00-08:00	85	10	9	126	27	25	136	25	15	145	37	29	125	15	7	125	98	23	106	18	14
	08:00-09:00	81	8	11	123	23	29	102	24	23	125	39	22	111	11	4	102	111	27	113	19	15
	09:00-10:00	78	10	10	118	23	26	111	29	22	114	34	21	89	13	3	110	138	24	89	24	12
	10:00-11:00	83	10	11	104	25	26	127	28	20	108	37	39	98	12	2	108	87	27	175	29	16
	11:00-12:00	92	8	9	78	19	24	97	22	15	89	45	32	139	12	4	132	176	31	143	28	14
	12:00-13:00	72	9	9	108	23	22	197	26	20	112	43	29	67	11	8	172	124	30	124	16	14
	13:00-14:00	82	8	10	98	25	23	102	28	20	108	46	28	87	16	7	98	99	24	99	16	11
	14:00-15:00	76	10	8	89	28	20	95	28	15	78	25	36	89	17	6	78	84	25	86	16	13
	15:00-16:00	80	12	9	84	30	22	112	29	17	112	47	27	149	15	6	89	92	23	92	16	10
	16:00-17:00	81	9	10	66	26	24	68	26	21	98	42	43	160	12	14	68	119	23	137	18	15
	17:00-18:00	90	13	11	87	35	35	84	33	21	94	45	24	124	14	12	78	80	27	131	18	12

**Anexo I:** Estado de la señalética vertical en el área de estudio



**Anexo J:** Estado de la señalética horizontal en el área de estudio



**Anexo K:** Estado de la calzada de la vía







**Anexo M: Costos de reasfaltado en el área de estudio**

<b>CALLE GUAYAQUIL</b>				
<b>DESCRIPCIÓN DEL RUBRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
REMOCIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA	M3	1475,45	4,5	6639,52
ASFALTO PARA IMPRIMACIÓN	M3	1475,45	1,46	2154,16
CARPETA DE ASFALTO MEZCLADA EN PLANTA CALIENTE	M2	1475,45	10,23	15093,84
TOTAL			16,19	23887,52

<b>CALLE ROBLES BODERO</b>				
<b>DESCRIPCIÓN DEL RUBRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
REMOCIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA	M3	1505,47	4,5	6774,62
ASFALTO PARA IMPRIMACIÓN	M3	1505,47	1,46	2197,99
CARPETA DE ASFALTO MEZCLADA EN PLANTA CALIENTE	M2	1505,47	10,23	15400,98
TOTAL			16,19	24373,59

<b>AV. 9 DE OCTUBRE</b>				
<b>DESCRIPCIÓN DEL RUBRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
REMOCIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA	M3	600,07	4,5	2700,32
ASFALTO PARA IMPRIMACIÓN	M3	600,07	1,46	876,10
CARPETA DE ASFALTO MEZCLADA EN PLANTA CALIENTE	M2	600,07	10,23	6138,72
TOTAL			16,19	9715,13

<b>AV. SEGUNDA</b>				
<b>DESCRIPCIÓN DEL RUBRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
REMOCIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA	M3	492,90	4,5	2218,05
ASFALTO PARA IMPRIMACIÓN	M3	492,90	1,46	719,63
CARPETA DE ASFALTO MEZCLADA EN PLANTA CALIENTE	M2	492,90	10,23	5042,37
TOTAL			16,19	7980,05

<b>AV. TERCERA</b>				
<b>DESCRIPCIÓN DEL RUBRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
REMOCIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA	M3	353,94	4,5	1592,74
ASFALTO PARA IMPRIMACIÓN	M3	353,94	1,46	516,76
CARPETA DE ASFALTO MEZCLADA EN PLANTA CALIENTE	M2	353,94	10,23	3620,83
<b>TOTAL</b>			<b>16,19</b>	<b>5730,32</b>

<b>AV. CUARTA</b>				
<b>DESCRIPCIÓN DEL RUBRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
REMOCIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA	M3	208,95	4,5	940,28
ASFALTO PARA IMPRIMACIÓN	M3	208,95	1,46	305,07
CARPETA DE ASFALTO MEZCLADA EN PLANTA CALIENTE	M2	208,95	10,23	2137,56
<b>TOTAL</b>			<b>16,19</b>	<b>3382,90</b>